

DER EINFLUSS DER MULTIKOLLINEARITÄT
AUF DIE
KLEINSTICHPROBENEIGENSCHAFTEN
DIVERSE ÖKONOMETRISCHER
SCHÄTZMETHODEN
EINE MONTE CARLO-STUDIE

JÖRG HÖCKE

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Der Einfluß der Multikollinearität auf die
Kleinstichprobeneigenschaften diverser
ökonometrischer Schätzmethoden
Eine Monte Carlo-Studie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
einer Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Jörg Hocke

1974

Referent: Prof. Dr. O. Anderson

Korreferent: Prof. Dr. H. Schneeweiß

Tag der mündlichen Prüfung: 22. Juli 1974



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Das Monte Carlo-Experiment	1
1.1. Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten	1
1.2. Darstellung des Modells	6
1.3. Die Durchführung des Monte Carlo-Experiments	7
2. Die in der Monte Carlo-Studie verwendeten Schätzverfahren	10
2.1. Überblick über die Symbolik eines simultanen Gleichungsmodells	10
2.2. Die statistischen Voraussetzungen	11
2.3. Ein kurzer Überblick über die verwendeten Schätzmethoden	12
A. Ordinary Least Squares, OLS, Methode der kleinsten Quadrate	12
B. Two-Stage Least Squares, 2SLS, Zweistufige Methode der kleinsten Quadrate	12
C. Three-Stage Least Squares, 3SLS, Dreistufige Methode der kleinsten Quadrate	13
D. Limited-Information-Single Equation, LISE, Methode bei beschränkter Information	15
3. Die Multikollinearität bei simultanen Schätzmethoden	17
3.1. Ursachen rechentechnischer Art	18
3.2. Ursachen theoretischer Art	19
4. Darstellung und Interpretation der Ergebnisse	20

4.1. Überblick über die verwendeten Gütemaßstäbe	20
4.2. Ergebnisse bei Veränderung der Korrelationskoeffizienten	22
4.3. Ergebnisse bei Veränderung der Kovarianz der Σ -Matrix	42
Zusammenfassung	49
Anhang	53
Literaturverzeichnis	89

1. Das Monte Carlo-Experiment

1.1. Problemstellung und Lösungsmöglichkeiten

Die Schätzwerte verschiedener ökonomischer Schätzmethoden sind unter den notwendigen Voraussetzungen in vielen theoretischen Arbeiten untersucht worden.¹ Die meisten der gewünschten Eigenschaften der Schätzwerte, sind jedoch asymptotische Eigenschaften. Diese Großstichprobeneigenschaften sind für den Ökonometriker, welcher mit kleinen Stichproben arbeiten muß, ein schwacher Trost. Der Stichprobenumfang, d.h. die Anzahl der Jahresdaten, ist in der Realität kaum größer als fünfundzwanzig. Aus diesem Grunde, ist die Frage nach den Kleinstichprobeneigenschaften der verschiedenen Schätzverfahren von größter Wichtigkeit.

Während die einfache Regression (OLS), bei der Anwendung auf interdependente Gleichungssysteme, verzerrte und nicht konsistente Schätzwerte ergibt, sind die Schätzwerte, die für interdependente Gleichungssysteme entwickelt wurden, konsistent. Es stellt sich nun die wichtige Frage, ob bei kleinen Stichproben, der Unterschied der Verzerrung zwischen der einfachen OLS-Methode und den Schätzverfahren für interdependente Gleichungssysteme, vernachlässigt werden kann. Auch die Reaktion der unterschiedlichen Schätzverfahren auf Verletzungen der statistischen Annahmen, spielt bei der Auswahl der dann verwendeten Schätzmethode eine sehr wichtige Rolle. Dieser Fragenkomplex läßt sich beliebig erweitern. Ver-

¹ Eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Schätzwerteigenschaften der unterschiedlichen Schätzmethoden gibt C.F. Christ, "Econometric Models and Methods", John Wiley and Sons, New York, 1966, S.466

schiedene Ansätze wurden unternommen, um diese Fragen mehr oder weniger befriedigend zu beantworten. Keiner der folgenden Lösungsansätze erlaubt uneingeschränkte Aussagen über die Kleinstichprobeneigenschaften zu machen.

- a. In einigen theoretischen Arbeiten wurde mit großem mathematischen Aufwand versucht, die exakte mathematische Verteilung der Kleinstichprobenschätzwerte zu berechnen.¹ Trotz restriktiver Annahmen, bleibt die Aussagefähigkeit der gewonnenen Ergebnisse beschränkt. Für realistische Modelle, sehen Mosbaek und Wold² in naher Zukunft noch keine Möglichkeit, exakte Verteilungen der Schätzparameter für diverse Schätzmethoden zu berechnen.
- b. Eine andere Möglichkeit, Kleinstichprobeneigenschaften verschiedener Schätzverfahren zu gewinnen, besteht darin, die Parameter empirisch-ökonometrischer Modelle mit unterschiedlichen Schätzmethoden zu schätzen. Trotz der unbekannten wahren Parameter, ermöglicht der Vergleich der gewonnenen Resultate eine begrenzte Aussagefähigkeit über die Schätzverfahren. Ein Beispiel aus der angewandten Ökonometrie soll dies näher erläutern.

¹ D. H. Richardson, "The Exact Distribution of a Structural Coefficient Estimator", Journal of the American Statistical Association, vol. 63, 1968

K. Takeuchi, "Exact Sampling Moments of the Ordinary Least Squares Instrumental Variables and Two-Stage Least Squares Estimators", International Economic Review, vol. 11, 1970

² E.J. Mosbaek und H.O. Wold, "Interdependent Systems, Structure and Estimation", North-Holland Publishing Company, Amsterdam-London, 1970, S. 491

Die vier Parameter der Investitionsgleichung

$$1.1.1. \quad I = b_0 + b_1P + b_2P_{-1} + b_3K_{-1}$$

des Klein-I-Modells¹ wurden mit den in der vorliegenden Arbeit verwendeten Schätzverfahren (OLS, 2SLS, 3SLS, LISE) geschätzt. Die Parameter haben folgende Bedeutung: I = Nettoinvestition, P = Gewinn, K = Kapitalstock am Jahresende.

Tabelle 1

Die geschätzten Parameter der Investitionsgleichung

	b_0	b_1	b_2	b_3
OLS	10,12 (5,46)	0,48 (0,09)	0,33 (0,10)	-0,11 (0,026)
2SLS	20,28 (7,54)	0,15 (0,17)	0,61 (0,16)	-0,16 (0,036)
3SLS	28,18 (6,79)	-0,013 (0,16)	0,75 (0,15)	-0,19 (0,032)
LISE	22,30 (8,33)	0,084 (0,18)	0,67 (0,17)	-0,16 (0,038)

Die Werte in den Klammern sind die Standardabweichungen der Parameter. Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Parameter der übrigen Strukturgleichungen weniger voneinander abweichen.

¹ L.R. Klein, "Economic Fluctuations in the United States 1921-1941", Cowles Commission Monograph 11, John Wiley and Sons, New York, 1950, S. 59-69

c. Mehr Aufschluß über Schätzeigenschaften bei kleinen Stichproben geben Monte Carlo-Studien. Mit Hilfe eines Simulationsverfahrens wird eine empirische Verteilung der Schätzwerte erzeugt. Dieser Versuch, die Kleinstichprobeneigenschaften der Schätzverfahren zu analysieren, ist trotz Verwendung schnellster Computer arbeits- und zeitintensiv. Es wurden für diese Arbeit die Parameter von etwa 18000 Regressionsgleichungen geschätzt, wobei 135000 endogene Variable erzeugt wurden. Wegen der niedrigen Rechenzeitschranke pro Rechenlauf, konnten nicht alle Statistikprogramme in einem Rechengang erledigt werden. Es mußten daher viele Zwischenergebnisse auf Lochkarten gestanzt werden. Der Zeitverlust durch Systemzusammenbrüche und Stanzfehler ist enorm.

Monte Carlo-Studien ermöglichen durch kontrollierte Versuche empirisch gewonnene Aussagen über die relativen Vorzüge verschiedener Schätzmethoden zu machen. Wegen der Einfachheit, Modelländerungen vorzunehmen, sind sie zu einem flexiblen Instrument zur Begutachtung der Schätzeigenschaften bei kleinen Stichproben geworden. Natürlich ermöglicht auch die Monte Carlo-Untersuchung nicht die wahre Verteilung der Schätzwerte, sondern einen empirischen Schätzwert dieser Verteilung. Dieser Vorteil muß aber mit einem hohen Rechenaufwand erkaufte werden. Die Zeitdauer zur Erstellung oder Anpassung schon vorhandener Statistikprogramme darf nicht unterschätzt werden.

Die vorliegende Arbeit untersucht den Einfluß steigender Multi-kollinearität zwischen den exogenen Größen auf die Schätzeigenschaften verschiedener Schätzmethoden. Multikollinearität, also Abhängigkeit erklärender Variablen untereinander, ist eines der

Hauptprobleme der angewandten Ökonometrie. Ihre Höhe wird durch die Elemente der Korrelationsmatrix der erklärenden Variablen ausgedrückt. Mosbaek und Wold¹ nennen eine Korrelationshöhe von $\pm 0,70$ "mäßig". Sie vermuten jedoch, daß höhere Werte einen deutlichen Effekt auf die Streuung der Parameter der Schätzverfahren haben könnten. Leider konzentrieren sich ihre Versuche nur auf einige wenige Korrelationskoeffizienten niedriger Höhe.

Im Zusammenhang mit der Multikollinearität, soll noch ein weiterer Aspekt der Systemschätzung untersucht werden. Es soll überprüft werden, ob die höhere asymptotische Effizienz der Dreistufigen Methode der kleinsten Quadrate (3SLS), auch im Kleinstichprobenfall wirksam wird. Die vorliegende Arbeit versucht diesen Effizienzgewinn quantitativ zu erfassen und analysiert die Bedingung, welche zu diesem Effizienzgewinn führt. Obwohl die 3SLS-Methode asymptotisch effizienter als die Zweistufige Methode der kleinsten Quadrate (2SLS) ist, wird sie kaum in Monte Carlo-Studien verwendet.² Nur Cragg³ benützt in seiner Untersuchung auch die rechentechnisch aufwendigere 3SLS-Schätzmethode. Dieses relativ spät entwickelte Schätzverfahren zeigt seine Tücken, wenn mit ihm die Parameter eines mittleren ökonomischen Modells geschätzt werden sollen. Im Verlauf dieser Arbeit wird dieser Nachteil näher erläutert.

1 Ebenda, S.312

2 A. Madansky, "On the Efficiency of Three-Stage Least Squares Estimation", *Econometrica*, vol.32, 1964

3 J.G. Cragg, "On the Sensitivity of Simultaneous Equation Estimators to the Stochastic Assumptions of the Models", *Journal of the American Statistical Association*, vol.61, 1966, S.136f.

1.2. Darstellung des Modells

Wie die meisten Monte Carlo-Untersuchungen, verwendet auch diese Arbeit ein überidentifiziertes Zweigleichungsmodell. Exakt identifizierte Gleichungsmodelle entsprechen nicht den praktischen Erfahrungen. Ein Zweigleichungsmodell ermöglicht noch die Übersicht, und erlaubt auch bei begrenzter Rechenkapazität eine genügend hohe Anzahl von Wiederholungen.

$$(1.2.1.) \quad y_{1t} = c_{10} + b_{12} y_{2t} + c_{11} x_{1t} + c_{12} x_{2t} + u_{1t}$$

$$y_{2t} = c_{20} + b_{21} y_{1t} + c_{23} x_{3t} + c_{24} x_{4t} + u_{2t}$$

Die y-Werte sind die endogenen Größen, während die x-Werte die exogenen Variablen des Modells darstellen. Die statistischen Annahmen des Modells werden in einem anderen Abschnitt erläutert. In Matrixschreibweise lautet das Modell:

$$(1.2.2.) \quad B Y_t = C X_t + U_t$$

$$B = \begin{bmatrix} 1 & -b_{12} \\ -b_{21} & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Koeffizientenmatrix der endogenen Variablen}$$

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_{1t} \\ y_{2t} \end{bmatrix} \quad \text{Vektor der endogenen Variablen}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_{10} & c_{11} & c_{12} & 0 & 0 \\ c_{20} & 0 & 0 & c_{23} & c_{24} \end{bmatrix} \quad \text{Koeffizientenmatrix der exogenen Variablen}$$

$$X_t = \begin{bmatrix} x_{0t} \\ x_{1t} \\ x_{2t} \\ x_{3t} \\ x_{4t} \end{bmatrix} \quad \text{Vektor der exogenen Variablen}$$

$$U_t = \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix} \quad \text{Vektor der Residualwerte der beiden Gleichungen}$$

Die reduzierte Form der Gleichung (1.2.2.) lautet:

$$(1.2.3.) \quad Y_t = B^{-1}C X_t + B^{-1}U_t$$

1.3. Die Durchführung des Monte Carlo-Experiments

Das Monte Carlo-Experiment benützt ein Gleichungssystem der Form (1.2.3.), dessen endogene und exogene Größen bekannt sind. Die Verteilung der Residualwerte, und die Werte der Kovarianzmatrix sind bekannt. Diese Σ -Matrix gibt über die Höhe der Abhängigkeit der Residualwerte der beiden Gleichungen Aufschluß. Hohe Nichtdiagonalwerte bedeuten eine starke Verknüpfung der beiden Gleichungen.

Für die erklärenden Variablen werden Zahlenreihen mit einer bestimmten Verteilungsart erzeugt. Mit Hilfe eines Zufallsgenerators¹ erhält man normalverteilte Residualwerte mit einer Varianz von eins, und einem Erwartungswert von null. Diese Werte werden in Residuen der reduzierten Form mit einer bestimmten Varianz-Kova-

¹ Yu.A. Shreider, "Method of Statistical Testing (Monte Carlo-Method)", Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1964, S. 196f.

rianz verwandelt. Mit Hilfe der Gleichung (1.2.3.) werden r Stichproben der Größe T für y_{1t} und y_{2t} berechnet. Diese y -Werte bilden zusammen mit den x -Werten, den Koeffizientenmatrizen B , C und Σ den Informationsgehalt des verwendeten Gleichungssystems.

Man schätzt die schon bekannten Parameter der Gleichungen unter den postulierten Bedingungen, und wiederholt diesen Prozeß r -mal für die verschiedenen Schätzverfahren. Die Anzahl der Wiederholungen liegt bei dieser Untersuchung bei fünfzig, die Stichprobengröße T ist fünfzehn.

Beim Vergleich der Gütekriterien, zeigen sich deutliche Abweichungen wenn r kleiner als 35 ist. Bei steigendem T (bis 80), verringert sich deutlich die Varianz, der Bias zeigt keine eindeutige Verbesserung.¹ Bei Summers² verbessern sich beide Gütekriterien, wobei die Verringerung des Bias gering ist. Die letztgenannte Studie erhöht den Stichprobenumfang T auf vierzig. Auch diese Stichprobengröße ist nicht mehr typisch für kleine Stichproben. Die Relation aus Residualvarianz und y -Varianz wurde derart festgelegt, daß R^2 bei 0,90 liegt. Die Residuen sind nicht autokorreliert - die Durbin Watson-Größe - schwankt geringfügig um 2,2. Mosbaek und Wold³ untersuchten die Varianz- und Biasveränderungen der Schätzmethoden und kamen zum Ergebnis, daß der Biasabstand zwischen der OLS- und 2SLS-Methode mit steigendem R^2 erheblich geringer wird. Bei einem R^2 von 0,95, ist der

1 E.J. Mosbaek und H.O. Wold, a.a.O. S.259f. und S.292f.

2 R.A. Summers, "A Capital Intensive Approach to the Small Sample Properties of Various Simultaneous Equation Estimators", *Econometrica*, vol.33, 1965, S.34f.

3 Ebenda, S.263 und S.298f.

Biasabstand zwischen der OLS- und der WLS-Schätzmethode nahezu null. Auch der Varianzabstand zwischen den beiden erwähnten Schätzverfahren wird mit steigenden R^2 -Werten geringer. Diese Beobachtungen sind insofern von Bedeutung, da Voraussetzungen dieser Art, die eine oder andere Schätzmethode "begünstigen" könnten. Die Höhe des verwendeten R^2 entspricht den praktischen Erfahrungen, und ermöglicht auch den beiden Schätzverfahren sich zu unterscheiden.

Es soll an dieser Stelle noch kurz auf die Schwierigkeit der Vergleichbarkeit des Bestimmtheitsmaßes hingewiesen werden. Diese Größe, dessen statistische Verteilung für die OLS-Schätzmethode (ohne endogene Größen auf der rechten Seite der Gleichung) bekannt ist, kann nicht mit dem R^2 einer simultanen Modellstruktur verglichen werden. Carter und Nagar¹ vergleichen ihre Schätzfunktion für R^2 mit derjenigen von Hooper². Sie kommen zum Ergebnis, daß ihre Schätzfunktion für R^2 , die aus einem simultanen Zusammenhang berechnet wurde, sich sogar asymptotisch von Hoopers Ergebnis unterscheidet. Christ³ gibt einen umfassenden Überblick über diesen Problembereich.

1 R.A.L. Carter und A.L. Nagar, "A Measure of Correlation for Simultaneous Equation Systems", Unveröffentlichte Arbeit, European Meeting of the Econometric Society, Budapest, Sept. 1970

2 Hooper, J.W. "Simultaneous Equations and Canonical Correlation Theory", *Econometrica*, vol. 27, 1959, S. 245-256

3 Ebenda, S. 503f.

2. Die in der Monte Carlo-Studie verwendeten Schätzverfahren

Bei den in der vorliegenden Monte Carlo-Studie verwendeten Schätzverfahren, standen praktische und theoretische Erwägungen im Vordergrund. Die Schätzmethoden mußten für einen Geübten in einer gewissen Zeit programmierbar sein, und durften nicht die normalen Rechenzeitschranken sprengen. Die letzte Bedingung gewinnt an Bedeutung, weil jede Schätzmethode fünfzigmal wiederholt werden muß. Die Schätzmethoden sollen möglichst einige Richtungen der Schätzansätze erfassen. Die 3SLS-Schätzmethode repräsentiert z.B. die Klasse der "echten" simultanen Schätzverfahren.

2.1. Überblick über die Symbolik eines simultanen Gleichungsmodells

Es liegt ein Modell mit G Strukturgleichungen und K vorherbestimmten Variablen vor. Die μ -te Gleichung hat für alle T Beobachtungen folgende Form:

$$(2.1.1.) \quad y_{\mu} = Y_{\mu} \gamma_{\mu} + X_{\mu} \beta_{\mu} + u_{\mu}$$

oder ($\mu = 1, \dots, G$)

$$(2.1.2.) \quad y_{\mu} = Z_{\mu} \delta_{\mu} + u_{\mu}$$

Die einzelnen Symbole haben folgende Bedeutung:

y_{μ}	$T \times 1$	Spaltenvektor der erklärten Variablen
Y_{μ}	$T \times m$	Matrix der endogenen Variablen in der <u>Gleichung</u>
X_{μ}	$T \times l$	Matrix der exogenen Variablen in der <u>Gleichung</u>
u_{μ}	$T \times 1$	Spaltenvektor der <u>Störgrößen</u>
β_{μ}		Spaltenvektor der l_{μ} vorherbestimmten Koeffizienten
γ_{μ}		Spaltenvektor der m_{μ} endogenen Koeffizienten

Z_{μ} $T \times n$ Matrix aller $m_{\mu} + 1_{\mu} = n_{\mu}$ Variablen auf der rechten Seite der Gleichung

V_{μ} Spaltenvektor der n_{μ} Koeffizienten

Zusätzlich werden definiert:

Y $T \times G$ Matrix der endogenen Variablen im System

X $T \times K$ Matrix der exogenen Variablen im System

2.2. Die statistischen Voraussetzungen

- Jede Gleichung ist durch die a priori-Restriktionen identifiziert
- Die exogenen Variablen sind linear unabhängig, d.h. die Z - und X -Matrix haben vollen Rang.
- Die Elemente der Z -Matrix sind von den Residualwerten unabhängig. Dies bedeutet: $\text{plim}(\frac{1}{T} X' u_{\mu}) = 0$.¹⁾
- Die Residualwerte sind in diesem Modell normalverteilte Zufallsgrößen mit $E u_{gt} = 0$ ($g = 1, 2, \dots, G$ $t = 1, 2, \dots, T$)²⁾
- Die Residualwerte sind nicht autokorreliert, d.h. in diesem Fall: $E u_{gt} u'_{gt+s} = 0$ für alle g und t ($s \neq 0$).
- Die Varianz von u_{gt} ist für ein gegebenes g für alle t konstant. Die Residuen sind also nicht heteroskedastisch.
- Die kontemporäre Kovarianzmatrix der Residuen ist symmetrisch und hat folgende Form:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{1G} \\ s_{G1} & s_{GG} \end{bmatrix} \quad \text{Die Nichtdiagonalwerte müssen von null verschieden sein}$$

- Strenggenommen bedeutet dies: $E \left\{ u_{\mu t} \left[X_{t+\tau} - E(X_{t+\tau}) \right] \right\} = 0$ für alle τ wobei $\tau = \dots, -1, 0, 1, \dots$
- Wie H. Theil ("Principles of Econometrics", John Wiley & Sons, New York, 1971) auf S.497f. zeigt, genügt $E u = 0$ für die asymptotische Normalverteilung der 2SLS- und 3SLS-Schätzwerte.

h) Der Stichprobenumfang T, muß größer als die Anzahl der K exogenen Variablen des ganzen Gleichungssystems sein. Dieses Problem wird am Ende von 2.3. näher erläutert.

2.3. Ein kurzer Überblick über die verwendeten Schätzmethoden

A. Ordinary Least Squares, OLS (Methode der kleinsten Quadrate)

$$(A.1.) \quad \hat{\delta}_{\mu} = (Z_{\mu}' Z_{\mu})^{-1} Z_{\mu}' y_{\mu}$$

Wegen der endogenen Variablen in der Z_{μ} -Matrix sind nicht alle Werte dieser Matrix von den Residualwerten unabhängig. Der Schätzwert ist verzerrt und asymptotisch inkonsistent.

B. Two-Stage Least Squares, 2SLS (Zweistufige Methode der kleinsten Quadrate)

Diese von Theil¹ und Basmann² voneinander unabhängig entwickelte Methode zur Schätzung der Parameter überidentifizierter Strukturgleichungen, "bereinigt" die auf der rechten Seite der Gleichung stehenden endogenen Variablen von der Abhängigkeit der Residualwerte.

1. Stufe

Die endogenen Variablen der rechten Seite der zu schätzenden Gleichung werden durch eine einfache Regression neu berechnet.

¹ H. Theil, "Economic Forecasts and Policy", 2d ed., North-Holland Publishing Company, Amsterdam-London, 1961

² R.L. Basmann, "A Generalized Classical Method of Linear Estimation of Coefficients in a Structural Equation", *Econometrica*, vol. 25, 1957, S. 77-83

Die erklärenden Variablen dieser Regression sind alle im System erscheinenden exogenen Variablen. Es werden also Ersatzreihen $\hat{Y}$ gebildet.

$$(B.1.) \quad \hat{Y}_{\mu} = X(X'X)^{-1}X'Y_{\mu}$$

2. Stufe

Diese berechneten Reihen endogener Variablen werden in die Gleichung (2.1.1.) eingesetzt.

$$(B.2.) \quad Y_{\mu} = \hat{Y}_{\mu}\gamma_{\mu} + X_{\mu}\beta_{\mu} + u_{\mu}$$

Die Koeffizienten dieser Gleichung werden mit der OLS-Methode geschätzt. Die 2SLS-Methode benützt als zusätzliche Information die nicht in der zu schätzenden Gleichung vorkommenden exogenen Variablen. Die Informationen dieser K prädeterminierten Variablen läßt den folgenden 2SLS-Schätzwert konsistent werden. Die Schätzformel lautet:

$$\hat{\delta}_{\mu} = \begin{bmatrix} Y'_{\mu} & X(X'X)^{-1}X'Y_{\mu} \\ X'_{\mu} & Y_{\mu} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} Y'_{\mu} & X(X'X)^{-1}X'Y_{\mu} \\ X'_{\mu} & Y_{\mu} \end{bmatrix}$$

C. Three-Stage Least Squares, 3SLS (Dreistufige Methode der kleinsten Quadrate)

Diese von Zellner und Theil¹ entwickelte Schätzmethode baut auf den zwei Stufen der 2SLS-Methode auf. Sie ist eine echte simultane Schätzmethode; wie schon erwähnt, schätzt sie die Parameter unter Berücksichtigung all ihrer Interdependenzen im Gleichungs-

¹ A. Zellner und H. Theil, "Three-Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations, *Econometrica*, vol. 30, 1962, S. 55-78

system. Diese Informationen werden aus der Kovarianzmatrix der Residualwerte der verschiedenen Strukturgleichungen gewonnen. Das Gleichungssystem (2.1.2.) kann wie folgt in Matrixform dargestellt werden:

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_G \end{bmatrix} \quad Z = \begin{bmatrix} z_1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & z_2 & \dots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & z_G \end{bmatrix} \quad \delta = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \vdots \\ \delta_G \end{bmatrix} \quad u = \begin{bmatrix} u_1 \\ \vdots \\ u_G \end{bmatrix}$$

Aitkens Allgemeine Methode der kleinsten Quadrate und die Inverse der Kovarianzmatrix der Störgrößen der Strukturgleichungen, ergeben die 3SLS-Schätzmethode.

$$\begin{bmatrix} \delta_1 \\ \vdots \\ \delta_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s^{11} z_1' X(X'X)^{-1} X' z_1 & \dots & s^{1G} z_1' X(X'X)^{-1} X' z_G \\ \vdots & & \vdots \\ s^{G1} z_G' X(X'X)^{-1} X' z_1 & \dots & s^{GG} z_G' X(X'X)^{-1} X' z_G \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} \sum_{\mu=1}^G s^{1\mu} z_1' X(X'X)^{-1} X' y_\mu \\ \vdots \\ \sum_{\mu=1}^G s^{G\mu} z_G' X(X'X)^{-1} X' y_\mu \end{bmatrix}$$

Die 3SLS-Schätzmethode ist asymptotisch konsistent und asymptotisch effizienter als die 2SLS-Methode. Die Elemente s^{ij} und die Ausdrücke der Form $z_i' X(X'X)^{-1} X' z_j$ weisen auf den simultanen Charakter der Schätzmethode hin. Die höhere Effizienz der 3SLS-Methode basiert auf folgende Voraussetzungen:

- Die Kovarianzmatrix Σ darf nicht diagonal sein.
- Alle Gleichungen müssen überidentifiziert sein
- Die X -Matrix darf nur exogene Variable enthalten

D. Limited-Information-Single Equation, LISE
(Methode bei beschränkter Information)

Diese Einzelgleichungsschätzmethode ist von Anderson und Rubin¹ entwickelt worden, und wurde von Koopmans und Hood² unter dem Namen "Least-Variance Ratio" abgeleitet. Beide Ansätze führen zu folgender Problemstellung: Finde die Elemente des β_a -Vektors, welche l minimieren!

$$(D.1.) \quad l = \frac{\beta_a' W_a' \beta_a}{\beta_a' W_a \beta_a}$$

oder

$$(D.2.) \quad l = \frac{\beta_a' (Y_a' Y_a - Y_a' X_1 (X_1' X_1)^{-1} X_1' Y_a) \beta_a}{\beta_a' (Y_a' Y_a - Y_a' X (X' X)^{-1} X' Y_a) \beta_a}$$

Die Symbole der verwendeten Ausdrücke haben folgende Bedeutung:

- Y_a Matrix der endogenen Variablen in der Gleichung
- β_a Vektor der endogenen Parameter in der Gleichung
- X_1 Matrix der exogenen Variablen in der Gleichung
- X Matrix der exogenen Variablen im ganzen Gleichungssystem
- Y Vektor der exogenen Parameter in der Gleichung

Der Ausdruck (D.2.) ist das Verhältnis der ungeklärten Varianz der endogenen Variablen, wenn einmal nur die in der Gleichung erscheinenden exogenen Variablen X_1 erscheinen, und wenn einmal alle im System erscheinenden exogenen Variablen berücksichtigt werden. Die Größe l ist > 1 , d.h. der Nenner verringert bei Be-

¹ T.W. Anderson und H. Rubin, "Estimation of the Parameter of a Single Equation in a Complete System of Stochastic Equations" *Annals of Mathematical Statistics*, vol.20, 1949, S.46-63

² T.G. Koopmans und W.C. Hood, "The Estimation of Simultaneous Linear Economic Relationships", Chapter 6, *Studies in Econometric Methods*, Cowles Commission Monograph 14, John Wiley & Sons, N.Y. 1953

rücksichtigung aller exogenen Variablen den Teil der unerklärten Varianz der endogenen Variablen. Die Größe l unterscheidet sich nur dann von eins, wenn der Informationsgewinn der zusätzlichen Variablen von null verschieden ist. Durch partielles Differenzieren von l nach β_a , und durch Nullsetzen dieser Ableitungen ergibt sich ein System aus G homogenen Gleichungen.

$$(D.3.) \quad (W_{aa}'' - lW_{aa})\hat{\beta}_a = 0$$

Wenn der Ausdruck $|W_{aa}'' - lW_{aa}|$ singular ist, gibt es eine nicht-triviale Lösung. Die kleinste Wurzel dieses Polynoms ist $\hat{l}$. Nach Einsetzen dieser Größe in (D.3.), und durch Anwendung der Normalisierungsregel, erhält man den Schätzwert für den Koeffizientenvektor der endogenen Variablen. Der Schätzwert für den Koeffizientenvektor der exogenen Variablen lautet:

$$(D.4.) \quad \hat{y} = (X_1' X_1)^{-1} X_1' Y_a \hat{\beta}_a$$

Die Voraussetzung h) auf S. 12 soll hier näher erläutert werden. Bei der Anwendung der 2SLS-Methode auf realitätsbezogene Modelle kann es durchaus vorkommen, daß der Stichprobenumfang T zu klein für das verwendete Modell ist.

Die 2SLS-Methode berücksichtigt in der ersten Stufe alle K im gesamten Modell erscheinenden exogenen Variablen. Je nach Anzahl der Gleichungen im Modell, kann K einen Umfang erreichen, der die Stichprobengröße T übersteigt. Man spricht von einem zu großen Modell, oder einer unterdimensionierten Stichprobe. Durch eine geeignete Auswahl exogener Variablen, versucht man die Bedingung $T > K$ zu erfüllen. An einem realitätsbezogenen ökonomischen

Modell erprobt v. Klaudy¹ einige Lösungsmöglichkeiten. Die 3SLS-Schätzmethode ergibt die schlechtesten ex post-Prognosen. Sie reagiert außerdem sehr empfindlich auf Modifikationen, die durch unterdimensionierte Stichproben erforderlich werden.

Bei der Verwendung der 2SLS-Methode ergibt sich die Fragestellung wieviel Freiheitsgrade ($T-K$) vorhanden sein müssen, um das 2SLS-Verfahren wirksam werden zu lassen. Wenn die Anzahl der Beobachtungen T gleich der Anzahl der exogenen Variablen K im gesamten Gleichungssystem ist, unterscheidet sich die 2SLS-Methode nicht von der OLS-Methode². Entscheidend für den Unterschied der Ergebnisse aus der OLS- und 2SLS-Methode, ist die Anzahl der Freiheitsgrade ($T-K$) in der 1. Stufe. Der Bias der 2SLS-Schätzmethode wächst mit geringer werdenden Freiheitsgraden, d. h. mit steigender Anzahl der exogenen Variablen im gesamten Gleichungssystem, steigt der Bias an.³ Es wäre wichtig zu prüfen, ob die Relation aus T und K , oder die Differenz aus T und K den Bias der 2SLS-Methode entscheidend beeinflusst.

3. Die Multikollinearität bei simultanen Schätzmethoden

man spricht von Kollinearität bzw. Multikollinearität, wenn zwischen zwei bzw. mehr als zwei erklärenden Variablen einer Regressionsgleichung nahezu lineare Beziehungen bestehen. Wenn zwischen den Regressoren eine exakte lineare Abhängigkeit besteht, kann die Inverse der $X'X$ -Matrix nicht berechnet werden. In der

1 St.v. Klaudy, "Systemschätzung eines Makroökonomischen Modells für die BRD", working Paper No. 16, Institut für Agrarökonomie der Universität Göttingen, 1973

2 E.J. Mosbaek und H.O. Wold a.a.O. S. 481

3 E.J. Mosbaek und H.O. Wold a.a.O. S. 266f.

Praxis können die Regressoren aber nahezu linear verknüpft sein. Als Folge dieser hohen Multikollinearität steigen die Varianzen der Parameter stark an und machen es schwierig, oder gar unmöglich die separaten Einflüsse dieser Parameter festzustellen. Im folgenden Abschnitt sollen Gründe für die verschiedenen Reaktionen der Schätzmethoden bei hoher Multikollinearität gefunden werden.

3.1. Ursachen rechentechnischer Art

Die OLS-Methode hat bei Berücksichtigung der rechentechnischen Probleme die geringsten Schwierigkeiten. Die OLS-Methode beschränkt sich bei der Inversion der $Z'Z$ -Matrix nur auf die in der Gleichung vorkommenden exogenen Variablen. Die ökonometrische Praxis verwendet aber kaum Regressionsgleichungen mit mehr als sechs Variablen.

Trotz leistungsfähiger Computer entstehen bei der Inversion von fast singulären Matrizen einige Schwierigkeiten. So können z.B. verschiedene Prozeduren der Matrixinversion zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Summers¹ zeigt an einem Beispiel, wie drei verschiedene Inversionsprozeduren für eine fast singuläre Matrix niedrigen Ranges (5) zu abweichenden Ergebnissen führen können. Nichtsinguläre Matrizen ergaben dagegen bei allen Prozeduren identische Resultate. Die eigenen Erfahrungen bestätigen voll und ganz diese Beobachtungen. So ergab sich bei der Multiplikation der $X'X$ -Matrix mit seiner Inversen, nur annähernd die Einheitsmatrix. Die Nullelemente lagen in der Größenordnung zwischen 10^{-3} und 10^{-7} . Extrem ausgedrückt, ist wegen der begrenzten Rechengenauigkeit

¹ Ebenda, S.10

naugigkeit die Inverse einer fast singulären Matrix nur noch das Ergebnis von Rundungsfehlern. Trotz doppelter Rechengenauigkeit, ist die Zuverlässigkeit der Ergebnisse bei gegebenem Multikollinearitätsgrad, keine lineare Funktion des Ranges einer Matrix.

Bei simultanen Schätzverfahren spielen die erwähnten Beobachtungen eine zentrale Rolle. Der Rang der zu invertierenden $X'X$ -Matrix, erreicht wegen der Berücksichtigung aller im Gleichungssystem erscheinenden exogenen Variablen leicht die Größenordnung von fünfzehn oder mehr.¹

3.2. Ursachen theoretischer Art

Die LISE-, 2SLS- und 3SLS-Schätzmethode haben noch zusätzliche Quellen für fast singuläre Matrizen. Sie benützen alle folgendes Zwischenergebnis: $B = Y'(X'X)^{-1}X'Y - Y'X_1(X_1'X_1)^{-1}X_1'Y$. Diese Matrix ist die Differenz aus zwei Varianz-Kovarianzmatrizen der Residualwerte aus der reduzierten Form. Die Differenz entsteht, wenn einmal alle im System erscheinenden exogenen Größen X , und das andere Mal nur die in der zu schätzenden Gleichung erscheinenden exogenen Größen X_1 berücksichtigt werden. Die Elemente der B-Matrix sind von null verschieden, wenn die zusätzlichen Variablen, die aus der Gleichung ausgeschlossen sind, eine zusätzliche Funktion ausüben. Wenn diese Variablen stark mit den exogenen Variablen in der Gleichung korreliert sind, ergibt sich für die B-Matrix die Gefahr der Singularität. Eine fast lineare Beziehung dieser Größen, reduziert die zusätzliche Erklärungskraft dieser identifizierenden Variablen auf ein Minimum. Eine

¹ E.J. Mosbaek und H.O. Wold, a.a.O. S.480

hohe Korrelation der identifizierenden Variablen mit den in der Gleichung verbliebenen Variablen, vermindert den Grad der Identifikation.¹ Nach Klein und Nakamura², liegt die LISE-Methode an erster Stelle, was die Sensitivität der Schätzergebnisse auf Grund von Multikollinearität anbetrifft.

4. Darstellung und Interpretation der Ergebnisse

Dieser Teil der Arbeit soll die typischen Unterschiede der verwendeten Schätzverfahren darstellen. Im Anhang befinden sich die Zwischenergebnisse, aus welchen die Resultate der dargestellten Ergebnisse berechnet wurden.

4.1. Überblick über die verwendeten Gütemaßstäbe

Es gibt kein einheitliches Gütekriterium, welches eindeutig und widerspruchsfrei alle Aspekte einer empirischen Verteilung erfassen würde. Eine zu große Anzahl von Kriterien zur Beurteilung der Schätzeigenschaften kann eher verwirren als Klarheit schaffen.

Das wichtigste Gütekriterium ist das arithmetische Mittel der r verschiedenen Stichprobenziehungen.

$$AM = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r \hat{\theta}_i = \bar{\theta}$$

-
- 1 H.Seibt, "Schätzung und Prognose bei simultanen Gleichungsmo-
dellen, Eine Monte Carlo-Untersuchung", Wirtschaftspolitische
Studien, Heft 15, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen, S.53f.1968
- 2 L.R. Klein und M. Nakamura, "Singularity in the Equation System
of Econometrics: Some Aspects of the Problem of Multicollinea-
rity", International Economic Review, vol.3, Osaka, 1962

Neben dem AM, ist das Streuungsmaß der r Schätzwerte $\hat{\theta}_i$ um das arithmetische Mittel von Bedeutung.

$$\text{Var} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r (\hat{\theta}_i - \bar{\theta})^2$$

Der nächste Ausdruck gibt die Varianz der $\hat{\theta}_i$ um den wahren Wert θ an. Beim Vergleich der MSE-Werte (Mean Square Error) verschiedener Schätzwerte ist Vorsicht geboten. Ein gleicher Wert kann das Resultat eines stark verzerrten Schätzwertes mit einer kleinen Varianz, oder eines nahezu erwartungstreuen Schätzwertes mit einer hohen Varianz sein. Die folgenden Ausdrücke sollen den Zusammenhang verdeutlichen.

$$\text{MSE} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r (\hat{\theta}_i - \theta)^2$$

oder

$$\text{MSE} = \frac{1}{r} \sum_{i=1}^r (\hat{\theta}_i - \bar{\theta})^2 + (\bar{\theta} - \theta)^2$$

Varianz (Bias)²

Ein anderes Kriterium ist ein Konzentrationsmaß, welches die relative Häufigkeit der geschätzten Parameter aus r Wiederholungen im $\pm 20\%$ -Bereich des wahren Parameters angibt.¹ Die Höhe von 20% ist willkürlich festgelegt. Dieses Maß, gibt nur im Zusammenhang mit den eben genannten Maßstäben, eine zusätzliche Information über die Verteilung der Schätzwerte.

¹ R.E. Quandt, "On Certain Small Sample Properties of k-class Estimators", International Economic Review, vol.6, 1965, S.96f.

Die Vergleichbarkeit der Schätzergebnisse wird erleichtert, wenn eine gemeinsame Verteilung der empirisch gewonnenen Schätzwerte vorausgesetzt wird. Im kleinstichprobenfall läßt die Verwendung normalverteilter Residuen für alle Schätzverfahren eine Normalverteilung der r geschätzten Parameter erwarten.¹ Mit Hilfe des χ^2 -Tests wurde die Nullhypothese - normalverteilung der r berechneten Parameter - überprüft. Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß die empirisch berechneten endogenen und exogenen Parameterwerte normalverteilt sind ($\alpha = 0,05$). Bei sehr hoher Korrelation zwischen den exogenen Variablen x_3 und x_4 ($r_{3,4} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,987$), ist die Annahme der Nullhypothese weniger gesichert ($\alpha = 0,10$).

4.2. Ergebnisse bei Veränderung der Korrelationskoeffizienten

Wegen der begrenzten Rechenzeit und des hohen Kernspeicherbedarfs, beschränken sich die Aussagen auf die 2. Gleichung des verwendeten Gleichungssystems.² Die Höhe der Multikollinearität wird durch die Korrelationskoeffizienten zwischen den erklärenden Variablen $x_1, \dots, x_4$ ausgedrückt. Um die Aussagekraft über die Wirkung einer gegebenen Korrelationshöhe zwischen x_3 und x_4 auf die Schätzeigenschaften der verwendeten Schätzverfahren zu steigern, wurde der Korrelationskoeffizient $r_{1,2}$ systematisch von 0,20 bis 0,987 erhöht. Durch die laufende Erhöhung von $r_{1,2}$, erhält man dadurch für jede $r_{3,4}$ -Höhe acht Ergebnisse. Die Ergebnisse für ein bestimmtes $r_{3,4}$, stellen in den folgenden Tabellen

¹ E.J. Mosbaek und H.O. Wold, a.a.O. S.164

² Prof. Jan Kmenta ermunterte mich anlässlich einer Unterredung diesen Schritt zu unternehmen. Die Ergebnisse der 1. Gleichung stimmen in ihrer Aussagekraft mit denen der 2. Gleichung überein.

immer das arithmetische Mittel aus acht $r_{1,2}$ -Zwischenergebnissen dar. Die Tabellen A 1 bis A 33 im Anhang stellen die einzelnen Zwischenergebnisse dar.

Die Schwierigkeit bei der Datenerzeugung für die exogenen Variablen bestand in der Notwendigkeit, die Werte der übrigen Korrelationskoeffizienten ($r_{1,3}; r_{1,4}; r_{2,3}; r_{2,4}$) etwa konstant zu halten. Um die Wirkung der Erhöhung von $r_{3,4}$ zu isolieren, durften die erwähnten Korrelationskoeffizienten nicht verändert werden. Die Erfüllung dieser Bedingung, erforderte insgesamt die Bildung von über tausend Korrelationsmatrizen. Die Korrelationshöhe von 0,987 entspricht durchaus noch der ökonometrischen Praxis. Bei anfänglichen Testläufen stellte es sich heraus, daß sich die Gütekriterien bei niedrigen Korrelationskoeffizienten kaum voneinander unterschieden. Das Problem der Multikollinearität existiert in diesem Fall nicht.

Die wahren Koeffizienten des Gleichungssystems (1.2.1.) haben folgende Werte:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & -0,5 \\ -0,3 & 1 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 10 & 0,5 & 0,7 & 0 & 0 \\ 20 & 0 & 0 & 0,4 & 0,2 \end{bmatrix} \quad \Sigma = \begin{bmatrix} 1 & 0,2 \\ 0,2 & 1 \end{bmatrix}$$

Das $\pm 20\%$ -Konzentrationsmaß gibt trotz seiner beschränkten Aussagefähigkeit, einen Überblick über die verschiedenen Schätzverfahren. Außer für das konstante Glied (bei c_{20} unterscheiden sich die Schätzmethoden nicht), wurde für alle Koeffizienten die absolute Häufigkeit der Werte im $\pm 20\%$ -Bereich festgestellt. Aus dem arithmetischen Mittel dieser Häufigkeiten, wurde zwecks besserer Vergleichbarkeit der Prozentsatz dieser Koeffizienten im $\pm 20\%$ -Bereich berechnet.

Tabelle 2

Prozentsatz der Parameter im $\pm 20\%$ -Bereich der wahren Parameter

OLS	2SLS	3SLS	LISE	$r_{3,4}$
27,80	27,82	27,41	27,16	0,20
22,80	22,86	24,74	23,22	0,40
25,26	27,10	26,39	26,25	0,60
18,94	18,55	19,47	18,41	0,70
21,67	23,20	23,40	22,65	0,80
17,98	19,52	19,92	19,40	0,90
13,72	15,33	15,71	14,22	0,95
13,12	12,77	13,00	12,88	0,987

Mit zunehmender Interkorrelation der Variablen x_3 und x_4 , erhöht sich die Varianz und der Bias der geschätzten Parameter. Diese Verschlechterung der beiden Gütekriterien, vermindert den Prozentsatz der Parameter im $\pm 20\%$ -Bereich. Die Abnahme erfolgt bei allen Schätzverfahren in etwa gleichen Maße. Die folgenden Tabellen zeigen, wievielmals eine Schätzmethode besser als eine andere Schätzmethode ist. Die Tabelle 2a umfaßt die Parameter b_{21} , c_{23} und c_{24} .

Tabelle 2a

Ergebnisse für alle Parameter

Schätzmethode	ist besser als	3SLS	2SLS	LISE	OLS	Σ
Anzahl der Fälle						
3SLS		-	6	8	6	20
2SLS		2	-	7	5	14
LISE		0	1	-	5	6
OLS		2	3	3	-	8

Die letzte Spalte gibt für jede Schätzmethode die Summe der absoluten Häufigkeiten wieder. Die Ergebnisse zeigen die Problematik dieses Vergleichskriteriums. Würde z.B. nur die Zeilensumme der Tabelle 2a berücksichtigt werden, so läge die OLS-Methode vor der LISE-Methode. Diese Ergebnisse, wie sie in Tabelle 2a vorliegen, können als einzige Informationsquelle über die Schätzeigenschaften der Schätzverfahren irreführend sein. Manche Autoren, wie z.B. Quandt¹ und Cragg² verwenden häufig "besser als" um Resultate der verschiedenen Schätzverfahren zu vergleichen.

Die nächsten beiden Tabellen gliedern die Ergebnisse auf die Parameter b_{21} und c_{23} auf. Wenn zwei Schätzmethoden sich nicht unterscheiden, erscheint die Anzahl der Häufigkeiten in der runden Klammer.

Tabelle 2b

Ergebnisse für den Parameter b_{21}

Schätzmethode	ist besser als	3SLS	2SLS	LISE	OLS	Σ
Anzahl der Fälle						
3SLS		-	5(2)	8	8	21(2)
2SLS		3(2)	-	6	8	17(2)
LISE		0	2	-	8	10
OLS		0	0	0	-	0

Wie erwartet, schneidet die OLS-Methode wegen des hohen Bias der endogenen Variablen b_{21} am schlechtesten ab. Auf Grund dieses Ergebnisses wäre die OLS-Methode nicht brauchbar. Differenzierte Vergleichskriterien ändern jedoch das Bild.

1 Ebenda, S. 100f.

2 Ebenda, S. 141f.

Tabelle 2c

Ergebnisse für den Parameter c_{23}

Schätzmethode	ist besser als	3SLS	2SLS	LISE	OLS	Σ
Anzahl der Fälle						
3SLS		-	6	6	6	18
2SLS		2	-	4	3	9
LISE		2	4	-	2	8
OLS		2	5	6	-	13

Umfassendere Kriterien sagen mehr über die Schätzeigenschaften der verschiedenen Schätzeigenschaften aus. Die Frage nach dem "wievielmals besser als" drängt sich hier auf.

Die nächsten Tabellen geben eine Übersicht über den Prozentsatz der besten Werte, d.h. kleinste Werte, für die wichtigsten Kriterien. Jeder $r_{3,4}$ -Wert gibt 32 (4 Parameter und acht $r_{1,2}$ -Werte) Resultate. Die folgenden Tabellen geben für jede Schätzmethode den prozentualen Anteil wieder.

Tabelle 3

Prozentualer Anteil der besten Ergebnisse für den Bias

OLS	2SLS	3SLS	LISE	$r_{3,4}$
18,70	12,50	43,80	25,00	0,20
25,00	25,00	37,50	12,50	0,40
3,10	25,00	37,50	34,40	0,60
10,71	14,28	57,14	17,85	0,70
7,14	28,57	32,57	32,14	0,80
9,37	18,75	40,62	31,25	0,90
21,14	17,85	39,16	21,42	0,95
3,12	21,87	62,56	12,50	0,987

Tabelle 3a
Ergebnisse für den Bias

Schätzmethode	ist besser als	3SLS	2SLS	LISE	OLS	Σ
Anzahl der Fälle						
3SLS		-	8	8	8	24
2SLS		0	-	2	6(1)	8(1)
LISE		0	6	-	7	13
OLS		0	2(1)	1	-	3(1)

Die OLS-Methode schneidet wegen den verzerrten Schätzwerten deutlich am schlechtesten ab. Diese Resultate können höchstens eine Tendenz wiedergeben, welche durch bessere Gütekriterien verstärkt oder abgeschwächt wird.

Tabelle 4

Prozentsatz der besten Ergebnisse für die Varianz

OLS	2SLS	3SLS	LISE	$r_{3,4}$
65,60	0,00	25,00	9,40	0,20
84,30	0,00	12,50	3,26	0,40
93,75	6,25	0,00	0,00	0,60
78,50	3,60	14,30	3,60	0,70
82,10	0,00	14,30	3,60	0,80
87,50	9,40	3,10	0,00	0,90
75,00	3,60	10,70	10,70	0,95
87,50	0,00	6,25	6,25	0,987

Die simultanen Schätzverfahren unterscheiden sich ihren Ergebnissen nach eindeutig von jenen der OLS-Schätzmethode. Die nächste Tabelle soll diesen Unterschied zwischen den Schätzmethoden noch mehr verdeutlichen.

Tabelle 4a

Ergebnisse für die Varianz

Schätzmethode	ist besser als	3SLS	2SLS	LISE	OLS	Σ
Anzahl der Fälle						
3SLS		-	6	5(3)	0	11(3)
2SLS		2	-	2(1)	0	4(1)
LISE		3(3)	6(1)	-	0	9(4)
OLS		8	8	8	-	24

Wie erwartet, hat die OLS-Schätzmetode die kleinste Varianz. Die nächsten beiden Tabellen enthalten Ergebnisse, welche aus der Verknüpfung der Varianz und der Verzerrung entstanden sind. Der MSE-Wert stellt - wie schon erwähnt - ein umfassenderes Gütekriterium dar.

Tabelle 5

Prozentsatz der besten Ergebnisse für den MSE

OLS	2SLS	3SLS	LISE	$r_{3,4}$
28,30	18,70	37,40	15,60	0,20
41,70	34,30	12,50	12,50	0,40
37,50	40,63	12,50	9,38	0,60
42,90	3,57	46,40	7,23	0,70
32,20	39,20	21,47	7,13	0,80
31,20	12,50	44,80	12,50	0,90
42,90	17,77	32,50	7,13	0,95
47,00	15,60	37,40	0,00	0,987

Die Ergebnisse sind nicht mehr so eindeutig, die nächste Tabelle wird dies noch mehr verdeutlichen.

Tabelle 5a

Ergebnisse für den MSE

Schätzmethode	ist besser als	3SLS	2SLS	LISE	OLS	Σ
Anzahl der Fälle						
3SLS		-	5	7(1)	3	15(1)
2SLS		3	-	6(1)	2	11(1)
LISE		1(1)	2(1)	-	0	3(2)
OLS		5	6	8	-	19

Die Ergebnisse der Tabelle 5a lassen die LISE-Schätzmethode schlecht abschneiden. Wenn das Kriterium - Streuung um den wahren Wert - als Vergleichsmaßstab verwendet wird, steht die OLS-Methode an erster Stelle. Wenn dieses Resultat repräsentativ für die Güte einer Schätzfunktion wäre, könnte die OLS-Methode ohne Schwierigkeiten für simultane Gleichungssysteme verwendet werden. Das Kriterium "bester Wert", kann vielleicht als Zusatzinformation von Interesse sein, es erlaubt aber nicht, gesicherte Aussagen über die Schätzeigenschaften der Schätzverfahren zu machen.

Die nächste Tabelle ermöglicht schon eher definitive Aussagen zu machen. Tabelle 6 beinhaltet einen Gesamtüberblick der Verzerrung der geschätzten Parameter. Jeder Bias eines Parameters stellt in der Tabelle 6 einen Durchschnittswert aus acht Biaswerten dar. Die acht Biaswerte eines Parameters entstehen durch die sukzessive Erhöhung der $r_{1,2}$ -Korrelationswerte von 0,20 auf 0,987, wobei die Korrelationshöhe $r_{3,4}$ konstant bleibt. So entstehen für einen gegebenen $r_{3,4}$ -Wert acht verschiedene Biaswerte.

Bei der Bildung des Durchschnittsbias wurden die absoluten Biashöhen verwendet. Die Tabellen A 1 bis A 8 im Anhang, berücksichtigen das Vorzeichen. Die Verwendung der absoluten Werte erleichtert einen Vergleich der Ergebnisse anderer Arbeiten. Summers¹ nennt den Durchschnittswert der absoluten Biaswerte - Mean Absolute Error; Goldfield und Quandt² nennen diesen Wert - Absolute Mean Bias. Die Verwendung absoluter Werte verhindern, daß die negativen Eigenschaften, großer Biaswerte entgegengesetzten Vorzeichens, bei der Durchschnittswertbildung verloren gehen. Bei der Berücksichtigung der Vorzeichen, würden die qualitativen Aussagen nicht verändert werden.

Aus der folgenden Formel werden die wichtigsten Einflußgrößen auf den OLS-Bias des endogenen Parameters ersichtlich. Dieser Bias ist von besonderer Wichtigkeit, weil sich beim endogenen Parameter der Unterschied zwischen der OLS-Schätzmethode und den simultanen Schätzmethoden am stärksten zeigt.

$$E(b_{21}) = b_{21} + \frac{b_{12}(1 - b_{21}b_{12}) \sigma^2(u_2)}{c_{11}^2 + c_{12}^2 + \sigma^2(u_1) + b_{12}^2 \sigma^2(u_2)}$$

Der Kleinstichprobenbias für b_{21} der OLS-Schätzmethode erhöht sich mit steigenden Koeffizientenwerten der endogenen Variablen. Er verringert sich mit steigenden Koeffizientenwerten der identifizierenden Variablen. Hohe Residualvarianzen erhöhen den Kleinstichprobenbias aller Schätzmethoden.³

1 Ebenda, S.12

2 S.M. Goldfield und R.E. Quandt, "Nonlinear Methods in Econometrics", North-Holland Publishing Company, Amsterdam-London, 1972, S.193

3 E.J. Mosbaek und H.O. Wold, a.a.O. S.266

Tabelle 6

Durchschnittswerte der absoluten Biaswerte für gegebene $r_{3,4}$ -Werte wobei sich $r_{1,2}$ für jeden $r_{3,4}$ -Wert von 0,20 auf 0,987 erhöht

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{3,4}$
OLS	0,8535	0,0375	0,0162	0,0162	0,20
2SLS	0,1686	0,0090	0,0064	0,0221	
3SLS	0,2115	0,0084	0,0060	0,0204	
LISE	0,2488	0,0109	0,0090	0,0236	
OLS	0,8684	0,0378	0,0134	0,0158	0,40
2SLS	0,1643	0,0073	0,0115	0,0255	
3SLS	0,1743	0,0074	0,0118	0,0201	
LISE	0,2551	0,0103	0,0137	0,0222	
OLS	0,8781	0,0382	0,0257	0,0191	0,60
2SLS	0,1854	0,0081	0,0139	0,0038	
3SLS	0,1976	0,0086	0,0127	0,0045	
LISE	0,1953	0,0090	0,0101	0,0035	
OLS	0,7058	0,0369	0,0140	0,0143	0,70
2SLS	0,1875	0,0085	0,0123	0,0056	
3SLS	0,2198	0,0076	0,0160	0,0094	
LISE	0,2574	0,0112	0,0123	0,0064	
OLS	0,9942	0,0453	0,0364	0,0138	0,80
2SLS	0,3632	0,0108	0,0168	0,0070	
3SLS	0,2819	0,0108	0,0165	0,0075	
LISE	0,2336	0,0106	0,0168	0,0078	
OLS	0,9408	0,0411	0,0412	0,0255	0,90
2SLS	0,2198	0,0095	0,0130	0,0094	
3SLS	0,2248	0,0095	0,0146	0,0092	
LISE	0,2284	0,0100	0,0099	0,0117	
OLS	0,7759	0,0338	0,0368	0,0296	0,95
2SLS	0,1448	0,0063	0,0163	0,0236	
3SLS	0,1493	0,0064	0,0140	0,0166	
LISE	0,1648	0,0069	0,0156	0,0238	
OLS	0,6829	0,0341	0,0684	0,0532	0,987
2SLS	0,2643	0,0115	0,0381	0,0431	
3SLS	0,3150	0,0112	0,0251	0,0308	
LISE	0,3240	0,0109	0,0456	0,0494	

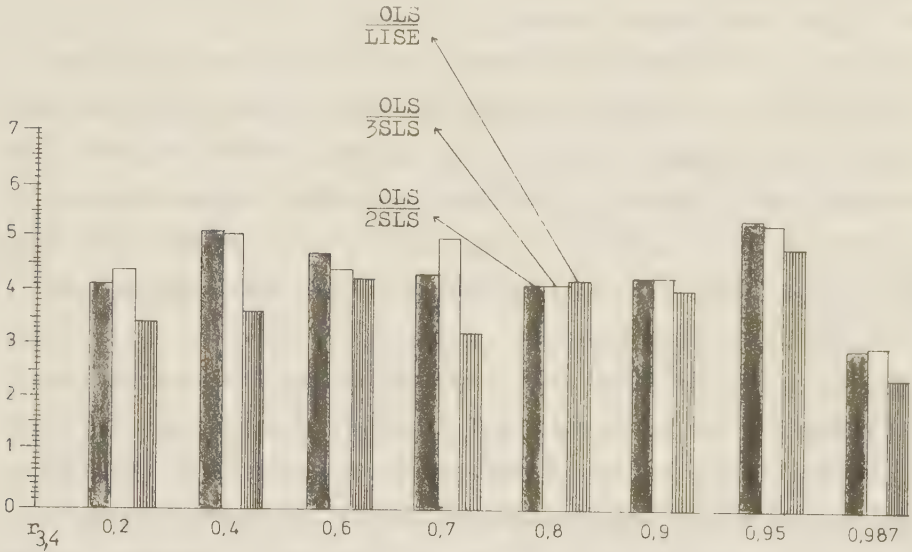
Der Bias der OLS-Methode ist erwartungsgemäß höher als bei den simultanen Methoden. Beim endogenen Koeffizienten b_{21} tritt der Unterschied am deutlichsten hervor. Im Gegensatz zu den exogenen Variablen, wird der Bias der endogenen Größe nicht von steigenden $r_{3,4}$ -Werten beeinflusst. Bei den exogenen Variablen bewirkt eine Erhöhung der Interkorrelation $r_{3,4}$ von 0,90 auf 0,987, für alle Schätzverfahren eine starke Erhöhung der Verzerrung.

Bei schon sehr hohen Werten von $r_{3,4}$, wirkt sich eine geringe Erhöhung dieser Werte stark auf die Gütekriterien aus. Für diesen Zweck, wurde für einen einzigen Versuch ein Interkorrelationskoeffizient von 0,997 erzeugt. Bei gegebenem $r_{1,2} = 0,001$, bewirkt eine Erhöhung des $r_{3,4}$ -Wertes von 0,987 auf 0,997 eine Versechsfachung der Varianzen der exogenen Variablen. Diese Tendenz ist bei allen Schätzverfahren vorhanden. Der Bias der exogenen Variablen der OLS-Methode verdreifacht sich. Dieser für die Praxis irrelevante Interkorrelationswert von 0,997, wurde nicht mehr weiterverwendet. Die obigen Resultate stellen eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse dar.

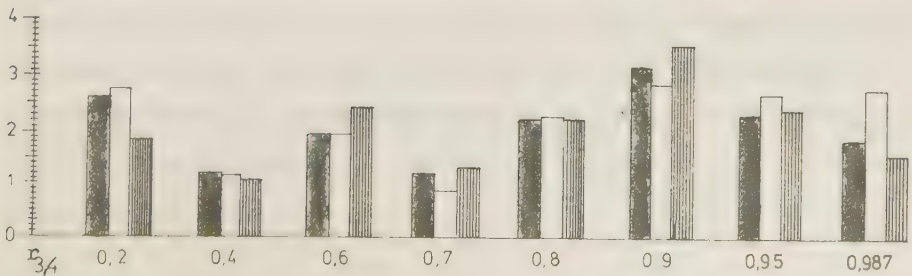
Die vorhandenen Unterschiede der verwendeten Schätzverfahren sollen mit Hilfe von Schaubildern hervorgehoben werden. Sie sind als Ergänzung der Tabellen gedacht. So wird z.B. im Schaubild 1 der OLS-Bias des endogenen Koeffizienten durch die entsprechende Größe der simultanen Schätzverfahren dividiert. Die gewonnenen Größen geben an, wievielmals der OLS-Bias größer als jener der simultanen Schätzverfahren ist. Wegen des gemeinsamen Zählers, können außerdem Aussagen über die vorhandenen Biasunterschiede zwischen den einzelnen simultanen Schätzverfahren gemacht werden. Die untere Darstellung des Schaubildes 1 bezieht

Schaubild 1

Relation aus dem Bias der OLS-Methode und dem Bias simultaner Schätzverfahren für b_{21} bei gegebenen $r_{3,4}$ -Werten



Relation aus dem Bias der OLS-Methode und dem Bias simultaner Schätzverfahren für c_{23} bei gegebenen $r_{3,4}$ -Werten



sich auf den exogenen Koeffizienten c_{23} . Je höher die Säulenhöhe im Schaubild 1 ist, desto größer ist der OLS-Bias im Vergleich zu den simultanen Schätzverfahren. Die Werte der Abszisse geben die Korrelationswerte $r_{3,4}$ an.

Wenn man zuerst einmal den Biasunterschied zwischen der OLS-Methode und den simultanen Verfahren analysiert, so stellt man fest, daß er beim endogenen Koeffizienten b_{21} am höchsten, und beim exogenen Koeffizienten c_{23} am niedrigsten ist. Wie aus Tabelle 6 ersichtlich wird, gilt die Aussage auch für den Koeffizienten c_{24} . Bei $r_{3,4} = 0,987$, ist der Biasunterschied für den endogenen Koeffizienten b_{21} am geringsten.

Beim Vergleich der simultanen Schätzverfahren untereinander, ergibt sich für die untersuchten $r_{3,4}$ -Werte ein geringer Unterschied der Biaswerte. Der Biasunterschied zwischen der 2SLS- und 3SLS-Schätzmethode ist wie erwartet gering. Die Biashöhen der LISE-Methode weichen schon stärker von den anderen Schätzverfahren ab. Beim endogenen Koeffizienten b_{21} schneidet die LISE-Methode am schlechtesten ab. Je niedriger die Säulenhöhe ist, desto geringer ist der Unterschied zwischen dem hohen OLS-Bias und z.B. dem LISE-Bias.

Es muß aber betont werden, daß die Ergebnisse nicht ohne weiteres verallgemeinert werden können. Dies gilt vorallem für die absoluten Biashöhen der Schätzverfahren. Die absolute Höhe der Verzerrung hängt von a priori-Größen wie z.B. Interdependenzgrad, Stichprobenumfang und Identifikationsgrad ab. Eine Änderung dieser Größen kann die aufgezeigte Entwicklung nicht umkehren.

Tabelle 7 enthält die Durchschnittsvarianzen für alle Koeffizienten und Korrelationshöhen. Die Zwischenergebnisse sind in den Tabellen A 9 und A 16 im Anhang zu finden. Das Verfahren der Bildung der Durchschnittsvarianzen entspricht der auf S.29 dargestellten Prozedur. Mosbaek und Wold¹ untersuchen die Varianz der Parameter unter dem Einfluß der Residualvarianz, der Anzahl der Beobachtungen T und der Anzahl der exogenen Variablen. Für den letzten Einflußfaktor konnte die Untersuchung keine eindeutigen Ergebnisse ableiten.

Tabelle 7 zeigt, daß die Varianz aller empirisch gewonnenen Koeffizienten der OLS-Methode kleiner als die der simultanen Verfahren ist. Wie aus Schaubild 2 zu ersehen ist, liegt die Varianz der simultanen Schätzverfahren für den endogenen Koeffizienten b_{21} zwischen 18 und 30% über der Varianz der OLS-Methode. Die Säulenhöhe gibt an, wievielmals die Varianz der simultanen Verfahren größer als die der OLS-Methode ist. Die absoluten Werte der Varianz der Koeffizienten c_{23} und c_{24} , steigen bei sukzessiver Erhöhung der Korrelationskoeffizienten $r_{3,4}$ stark an. Die Werte erhöhen sich laut Tabelle 7 von 0,0084 bzw. 0,0071 auf 0,2255 bzw. 0,1823. Erst ab einer Korrelationshöhe $r_{3,4}$ von 0,80, gewinnt die Varianz an Bedeutung. Der Anstieg der Varianz ist ab dieser Interkorrelationshöhe durch einen exponentiellen Verlauf gekennzeichnet. Für $r_{3,4}$ zwischen 0,80 und 0,987, wachsen die Varianzen der Koeffizienten c_{23} und c_{24} auf etwa das Siebenfache an. Diese hohen $r_{3,4}$ -Werte vermindern erheblich die Güte aller verwendeten Schätzverfahren. Beim endogenen Koeffizienten b_{21} , schneidet die LISE-Methode am schlechtesten ab (größte Säulenhöhe).

¹ Ebenda, S.288-315

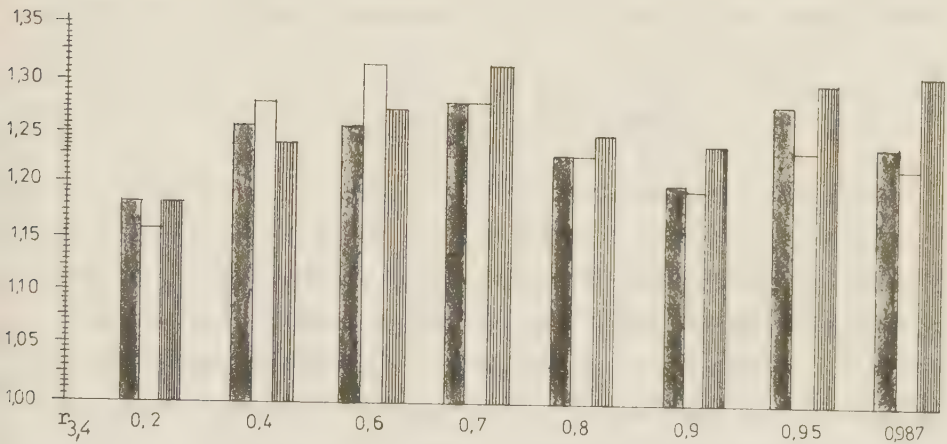
Tabelle 7

Durchschnittswerte der Varianzen für gegebene $r_{3,4}$ -Werte
wobei sich $r_{1,2}$ für jeden $r_{3,4}$ -Wert von 0,2 auf 0,987 erhöht

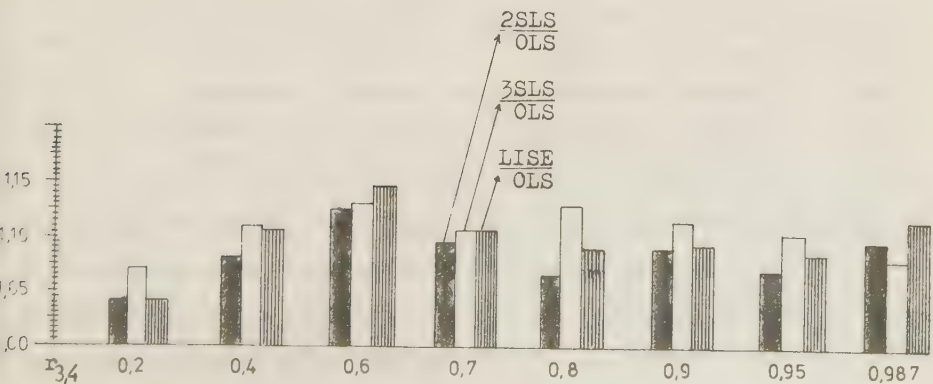
Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{3,4}$
OLS	1,9679	0,0038	0,0084	0,0071	0,20
2SLS	2,2924	0,0045	0,0093	0,0074	
3SLS	2,2707	0,0044	0,0092	0,0076	
LISE	2,3364	0,0045	0,0095	0,0074	
OLS	2,1492	0,0042	0,0084	0,0168	0,40
2SLS	2,7660	0,0053	0,0091	0,0181	
3SLS	2,7843	0,0054	0,0090	0,0187	
LISE	2,6170	0,0052	0,0092	0,0186	
OLS	1,7984	0,0035	0,0064	0,0099	0,60
2SLS	2,2315	0,0044	0,0071	0,0109	
3SLS	2,3521	0,0046	0,0082	0,0112	
LISE	2,1945	0,0045	0,0074	0,0117	
OLS	2,0354	0,0033	0,0161	0,0141	0,70
2SLS	2,3395	0,0045	0,0175	0,0154	
3SLS	2,3365	0,0045	0,0172	0,0156	
LISE	2,3752	0,0046	0,0171	0,0156	
OLS	2,1350	0,0036	0,0225	0,0155	0,80
2SLS	2,5040	0,0045	0,0244	0,0166	
3SLS	2,5316	0,0045	0,0243	0,0174	
LISE	2,5999	0,0046	0,0269	0,0169	
OLS	2,0206	0,0039	0,0520	0,0333	0,90
2SLS	2,4394	0,0047	0,0564	0,0363	
3SLS	2,4316	0,0047	0,0554	0,0371	
LISE	2,4766	0,0049	0,0562	0,0364	
OLS	2,1100	0,0043	0,0840	0,0856	0,95
2SLS	2,8253	0,0055	0,0924	0,0917	
3SLS	2,7424	0,0053	0,0906	0,0946	
LISE	2,9080	0,0056	0,0932	0,0928	
OLS	2,1353	0,0042	0,2255	0,1813	0,987
2SLS	2,7540	0,0052	0,2482	0,1987	
3SLS	2,6826	0,0051	0,2465	0,1958	
LISE	2,8556	0,0055	0,2539	0,2026	

Schaubild 2

Relation aus der Varianz simultaner Schätzverfahren und der Varianz der OLS-Methode für b_{21} bei gegebenen $r_{3,4}$ -Werten



Relation aus der Varianz simultaner Schätzverfahren und der Varianz der OLS-Methode für c_{24} bei gegebenen $r_{3,4}$ -Werten



Wenn die identifizierenden Variablen x_1 und x_2 , stark mit den in der Gleichung erscheinenden Variablen x_3 und x_4 korreliert sind, ist die zusätzliche Erklärungskraft dieser identifizierenden Variablen sehr gering. Die X-Matrix wird fast singulär. Die folgende Korrelationsmatrix, die in den nächsten Tabellen den Fall 2 symbolisiert, zeigt die Höhe der Korrelationskoeffizienten an.

	x_2	x_3	x_4
x_1	0,95	0,92	0,98
x_2		0,99	0,92
x_3			0,90

Der Fall 1 hat die gleichen $r_{1,2}$ - und $r_{3,4}$ -Werte. Die übrigen Werte sind etwa dreimal niedriger. Wie schon erwähnt, wurden sie für alle Versuche konstant gehalten. Die Ergebnisse der nächsten Tabellen zeigen sehr deutlich, wie sich die typischen Unterschiede der einzelnen Schätzverfahren verschärfen.

Tabelle 8

Vergleich der Verzerrung für die Koeffizienten b_{21} und c_{24}

b_{21}		c_{24}	
	Fall 1	Fall 2	
OLS	0,0531	0,4024	Fall 1
2SLS	0,0129	0,0899	Fall 2
3SLS	0,0128	0,0748	
LISE	0,0132	0,0256	

Der Bias der OLS-Methode erreicht die höchsten Werte der vorliegenden Untersuchung. Wenn die Multikollinearität, wie im Fall 2 extrem hoch wird, erhöht sich auch der Bias der simultanen Schätzverfahren. Sein Umfang ist jedoch geringer. Die nächste Tabelle, zeigt die Entwicklung der Varianz für b_{21} und c_{24} .

Tabelle 9

Vergleich der Varianz für die Koeffizienten b_{21} und c_{24}

	b_{21}		c_{24}	
	Fall 1	Fall 2	Fall 1	Fall 2
OLS	0,0038	0,1869	0,0303	0,2902
2SLS	0,0047	0,6988	0,0344	0,4692
3SLS	0,0046	0,7607	0,0350	0,4324
LISE	0,0050	1,8897	0,0348	1,3619

Auch hier wird die "negative" Schätzeigenschaft der verschiedenen Schätzverfahren durch hohe Interkorrelationswerte der X-Matrix erheblich verstärkt. Die Varianzhöhen der simultanen Verfahren, machen die Interpretation der Regressionskoeffizienten schwierig. Der wahre Wert für b_{21} bzw. c_{24} , ist 0,3 bzw. 0,2.

Die folgende Tabelle 10, faßt die Entwicklung der MSE-Werte der Schätzverfahren für die verschiedenen Korrelationshöhen $r_{3,4}$, zusammen. Die MSE-Höhen sind stark von der Biashöhe geprägt. Wegen des starken OLS-Bias beim endogenen Koeffizienten b_{21} , übertrifft der MSE-Wert dieses Verfahrens, trotz kleinster Varianz, die MSE-Werte der anderen Schätzverfahren.

Das Schaubild 3, macht beim Vergleich mit dem Schaubild 2 klar, daß sich der MSE-Wert des endogenen Koeffizienten bei hohen $r_{3,4}$ -Werten zugunsten der OLS-Methode verbessert. Die simultanen Verfahren, haben für die zwei höchsten Korrelationswerte $r_{3,4}$, ihren Vorsprung eingebüßt. Für diese $r_{3,4}$ -Werte, nähert sich die LISE-Methode sogar der OLS-Methode. Die MSE-Werte der exogenen Variablen, sind bei der OLS-Methode um etwa 10% niedriger als bei den simultanen Schätzverfahren.

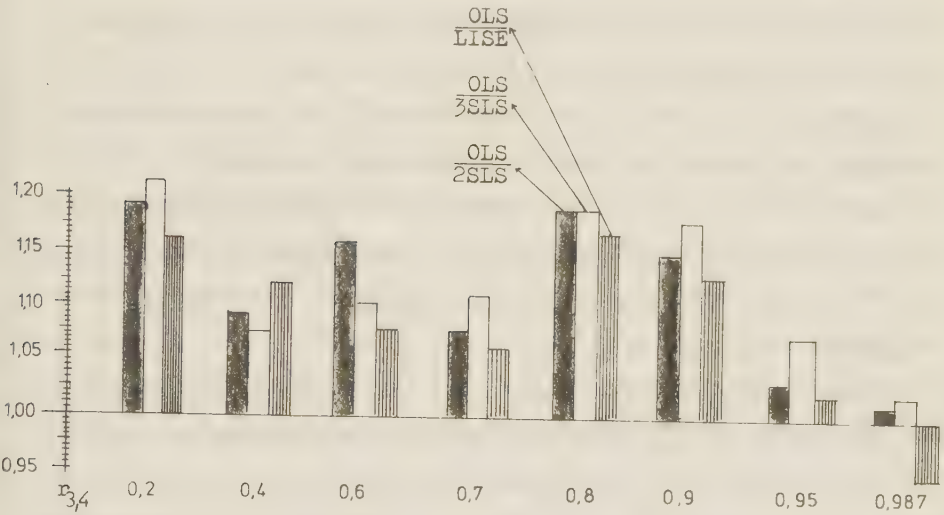
Tabelle 10

Durchschnittswerte der MSE für gegebene $r_{3,4}$ -Werte wobei sich $r_{1,2}$ für jeden $r_{3,4}$ -Wert von 0,2 auf 0,987 erhöht

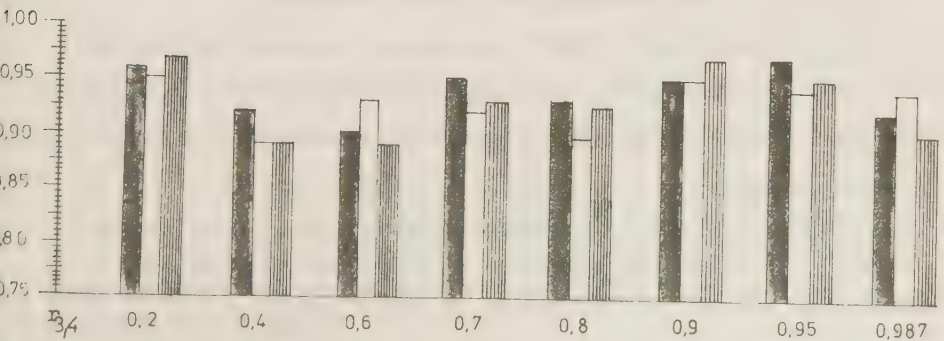
Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{3,4}$
OLS	2,8280	0,0055	0,0088	0,0076	0,20
2SLS	2,3486	0,0046	0,0094	0,0079	
3SLS	2,3315	0,0045	0,0093	0,0080	
LISE	2,4190	0,0047	0,0094	0,0078	
OLS	3,0138	0,0059	0,0086	0,0172	0,40
2SLS	2,8778	0,0054	0,0093	0,0186	
3SLS	2,8210	0,0055	0,0092	0,0193	
LISE	2,7134	0,0052	0,0095	0,0193	
OLS	2,5409	0,0051	0,0072	0,0104	0,60
2SLS	2,2727	0,0044	0,0073	0,0116	
3SLS	2,4023	0,0046	0,0083	0,0112	
LISE	2,2295	0,0047	0,0074	0,0117	
OLS	2,6544	0,0050	0,0163	0,0146	0,70
2SLS	2,3861	0,0046	0,0180	0,0154	
3SLS	2,4627	0,0045	0,0176	0,0158	
LISE	2,4469	0,0047	0,0175	0,0156	
OLS	3,0426	0,0055	0,0244	0,0157	0,80
2SLS	2,5602	0,0046	0,0247	0,0168	
3SLS	2,4041	0,0046	0,0247	0,0175	
LISE	2,5268	0,0047	0,0272	0,0170	
OLS	2,4630	0,0052	0,0626	0,0441	0,90
2SLS	2,3247	0,0045	0,0627	0,0463	
3SLS	2,2180	0,0044	0,0612	0,0466	
LISE	2,3762	0,0046	0,0610	0,0453	
OLS	3,1064	0,0067	0,0898	0,0892	0,95
2SLS	2,8526	0,0055	0,0927	0,0923	
3SLS	2,7698	0,0053	0,0909	0,0950	
LISE	2,9451	0,0056	0,0939	0,0935	
OLS	2,8600	0,0055	0,2308	0,1847	0,987
2SLS	2,8829	0,0054	0,2506	0,2008	
3SLS	2,8267	0,0053	0,2471	0,1966	
LISE	2,9097	0,0058	0,2570	0,2058	

Schaubild 3

Relation aus dem MSE der OLS-Methode und dem MSE simultaner Schätzverfahren für b_{21} bei gegebenen $r_{3,4}$ -Werten



Relation aus dem MSE der OLS-Methode und dem MSE simultaner Schätzverfahren für c_{24} bei gegebenen $r_{3,4}$ -Werten



4.3. Ergebnisse bei Veränderung der Kovarianzwerte der Σ -Matrix

Madansky,¹ Rothenberg und Leenders² beweisen, daß die 3SLS-Methode unter bestimmten Voraussetzungen effizienter als die 2SLS-Schätzmethode ist. Eine der Voraussetzungen fordert, daß die Kovarianzelemente der kontemporären Kovarianzmatrix der Residuen der Strukturgleichungen von null verschieden sein müssen. Ein Kovarianzwert von null in der Σ -Matrix bedeutet, daß die Residualwerte der beiden Gleichungen voneinander unabhängig sind. Es ist kaum vorstellbar, daß interdependente Gleichungssysteme, Gleichungen enthalten, deren Residualwerte unabhängig voneinander sind. Die Höhe dieser Abhängigkeiten, drückt sich in der Kovarianzhöhe der Residualwerte aus.

In einigen Versuchen konnten die Kovarianzwerte der Σ -Matrix derart verringert werden, daß der Korrelationskoeffizient zwischen den Residualwerten der beiden Strukturgleichungen auf 0,03 sank. Der Unterschied zwischen der 3SLS- und 2SLS-Schätzfunktion für die Varianz, lag nur noch in der Größenordnung von 10^{-3} . Die Schätzfunktion der Varianz der verschiedenen Schätzverfahren, ist von der Varianz der Einzelschätzwerte $\hat{\theta}_i$ aus r Wiederholungen zu unterscheiden. Wie später an einem Beispiel gezeigt wird, entwickeln sich beide Varianzergebnisse in gleicher Richtung.

Der Effizienzgewinn der 3SLS-Methode, muß aber in Relation mit einem hohen Rechenaufwand dieser Schätzmethode gesetzt werden. Bei größeren ökonometrischen Modellen spielt dieser Einwand eine Rolle.

¹ Ebenda, S.53f.

² T.J. Rothenberg und C.T. Leenders, "Efficient Estimation of Simultaneous Equation Systems", *Econometrica*, vol.32, 1964

³ S.M. Goldfield und R.E. Quandt, a.a.O. S.193

Die vorliegende Arbeit versucht, den Einfluß verschiedener Korrelationshöhen der Strukturresiduen auf die Effizienz der 3SLS-Schätzmethode zu analysieren. Eine Erhöhung der Residualkovarianzen der Σ -Matrix ebenso die Vergrößerung der endogenen Koeffizienten, erhöht die Rückkoppelungswirkungen eines simultanen Gleichungssystems.¹ Die OLS-Schätzmethode, welche auf hohe Interdependenzen besonders empfindlich reagiert, verschlechtert sich demnach am stärksten. Wie schon erwähnt, gibt die Korrelationshöhe der Strukturresidualwerte, Aufschluß über die Abhängigkeit der Strukturgleichungen voneinander. Es kann z.B. erwartet werden, daß die Residualwerte identischer Investitionsfunktionen zweier Unternehmen der gleichen Branche hoch korreliert sind. Im konkreten Fall - General Electric und Westinghouse - beträgt der Korrelationskoeffizient 0,73.² In einem ökonometrischen Modell mit verschiedenen Strukturgleichungen kann diese Korrelationshöhe nicht erwartet werden. Dies würde ja bedeuten, daß jener Faktor, welcher die Residuen in einer Gleichung erzeugt, in den anderen Gleichungen derselbe wäre.

Wie sich die Erhöhung der Kovarianz der Strukturresiduen auf die einzelnen Schätzverfahren auswirkt, soll an folgenden Beispielen dargestellt werden. Die vorgegebenen Kovarianzhöhen 0,00; 0,02; 0,20; 0,80 und 0,95 der Σ -Matrix erzeugen im Durchschnitt für die 3SLS-Schätzmethode folgende Korrelationskoeffizienten der Strukturresiduen: 0,14; 0,15; 0,28; 0,78; 0,86.

Die Erhöhung der Kovarianzwerte der Σ -Matrix läßt im Zweigleichungsfall klare und eindeutige Ergebnisse erwarten. Durch die stärker werdende wechselseitige Kausalität, muß die Verzerrung

¹ R.E. Quandt, a.a.O. S.93

² H. Theil, a.a.O. S.296

der OLS-Methode anwachsen. Bei größer werdenden Kovarianzwerten, erhöht sich die Effizienz der 3SLS-Schätzmethode gegenüber der 2SLS-Schätzmethode.

Die folgende Tabelle bringt eine Auswahl der Koeffizienten deren Entwicklung die Erwartungen am besten erfüllen. Die Tabellen A 25, A 26 und A 27 im Anhang geben einen Gesamtüberblick. Tabelle 11 ist ein Ausschnitt aus Tabelle A 25. Jede Zeile der Tabelle 11 enthält für die vier Schätzverfahren den Bias der entsprechenden Koeffizienten b_{21} und c_{23} . Jede der fünf Zeilen der beiden Koeffizienten unterscheidet sich durch höhere Kovarianzwerte der Σ -Matrix voneinander. Je nach Kovarianzwert der Σ -Matrix steigt z.B. der OLS-Bias für b_{21} von 0,0226 auf 0,1058 an. Die Ergebnisse der Tabellen 11 und 12, beziehen sich auf Interkorrelationshöhen $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$. Für diese Werte, ist der Unterschied zwischen den Schätzverfahren bei der Bias- und Varianzentwicklung am stärksten.

Tabelle 11

Bias der beiden Parameter bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$

	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$b_{21} = 0,3$	0,0226	0,0320	0,0318	0,0393	0,00
	0,0244	0,0320	0,0318	0,0395	0,02
	0,0353	0,0389	0,0353	0,0477	0,20
	0,0920	0,0259	0,0230	0,0386	0,80
	0,1058	0,0212	0,0111	0,0335	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0987	0,0261	0,0649	0,0841	0,00
	0,1032	0,0620	0,0637	0,0846	0,02
	0,1175	0,1036	0,0689	0,1274	0,20
	0,3040	0,0416	0,0088	0,0831	0,80
	0,3421	0,0306	0,0257	0,0688	0,95

Wie aus Tabelle 11 deutlich wird, steigt wegen der Erhöhung der Σ -Werte der OLS-Bias für beide Koeffizienten b_{21} und c_{23} stark an.

Die nächste Tabelle zeigt die Varianzentwicklung der beiden Parameter b_{21} und c_{23} . Sie ist ein Ausschnitt der Tabelle A 28 im Anhang.

Tabelle 12

Varianz der beiden Parameter bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$

	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$b_{21} = 0,3$	0,0089	0,0095	0,0096	0,0100	0,00
	0,0088	0,0096	0,0096	0,0100	0,02
	0,0084	0,0127	0,0119	0,0130	0,20
	0,0060	0,0112	0,0112	0,0113	0,80
	0,0047	0,0113	0,0078	0,0111	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,2097	0,2439	0,2652	0,2592	0,00
	0,2101	0,2461	0,2653	0,2619	0,02
	0,2195	0,2725	0,2629	0,2840	0,20
	0,1852	0,3118	0,1031	0,3295	0,80
	0,1693	0,3128	0,0422	0,3259	0,95

Wie die Tabelle 12 und die Tabellen A 29 und A 30 im Anhang zeigen, ist der Varianzunterschied zwischen der 3SLS- und 2SLS-Methode bei den exogenen Koeffizienten c_{23} und c_{24} am größten. Der Varianzunterschied der exogenen Koeffizienten zwischen der 3SLS- und 2SLS-Methode, ist nicht für alle $r_{1,2}$ - und $r_{3,4}$ -Größen so ausgeprägt wie im obigen Fall. Für die höchsten Kovarianzwerte (0,80 und 0,90), ist der Varianzunterschied zwischen der 3SLS- und 2SLS-Methode jedoch beachtlich. Die Tabelle 13 gibt für den Parameter c_{24} eine Übersicht über die Varianzentwicklung für ver-

schiedene Kovarianzwerte (0,80 und 0,95) und für verschiedene Kombinationen von $r_{1,2}$ -und $r_{3,4}$ -Größen. Die Varianzunterschiede zwischen den beiden Schätzverfahren vergrößern sich mit steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix. Die Tabellen A 28 bis A 30 geben eine Gesamtübersicht. Jeder Zeilenwert der Tabelle 13 zeigt für eine bestimmte Kombination $r_{1,2}$ und $r_{3,4}$, wievielmals - bei entsprechenden Kovarianzwerten - die Varianz der 2SLS-Schätzmethode höher als die der 3SLS-Schätzmethode ist. So ist z.B. für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$ und für den Kovarianzwert 0,80, die Varianz der 2SLS-Methode 3,04 mal höher als die der 3SLS-Methode. Für den Kovarianzwert 0,95, steigt der Wert auf 8,30 an.

Tabelle 13

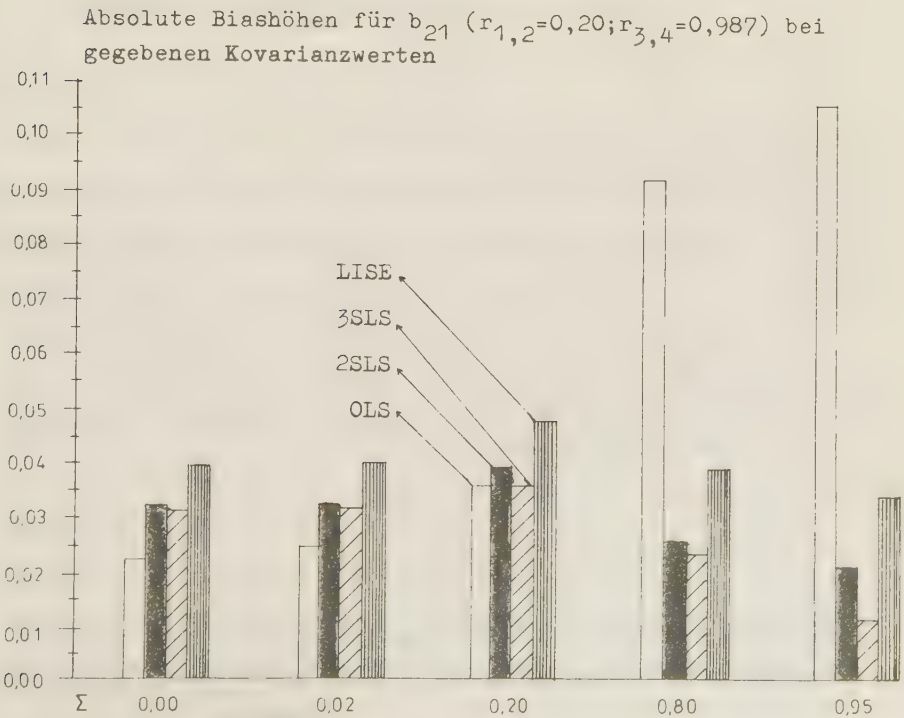
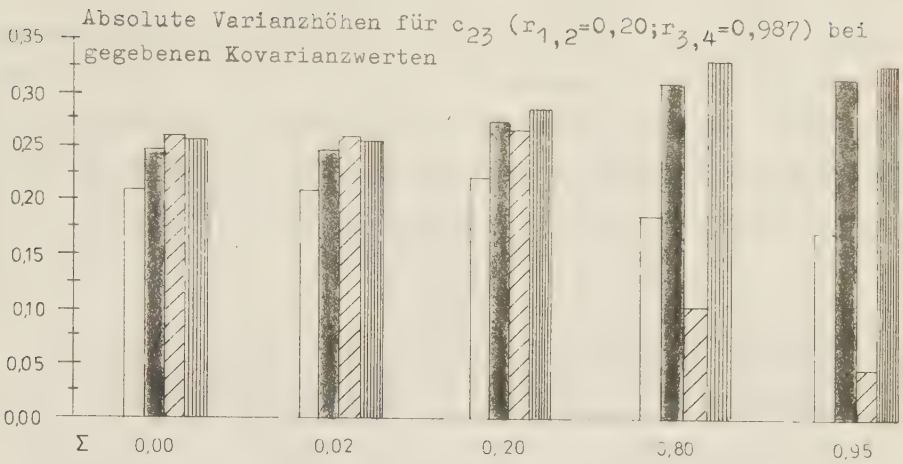
Relative Effizienz der 2SLS-und 3SLS-Methode des Koeffizienten c_{24} für verschiedene Kovarianzwerte der Σ -Matrix und Kombinationen aus $r_{1,2}$ -und $r_{3,4}$ -Größen

$r_{1,2}$	$r_{3,4}$	Kovarianzwert	
		0,80	0,95
0,20	0,987	3,04	8,30
0,40	0,80	1,84	3,76
0,95	0,95	1,59	2,84
0,987	0,20	1,55	2,83

Die Ergebnisse der Tabelle 13 zeigen, daß auch bei realitätsnahen Korrelationshöhen (0,40;0,80) die Varianz der 2SLS-Methode - je nach Kovarianzwert - höher als die der 3SLS-Methode ist.

Das folgende Schaubild verdeutlicht die Ergebnisse der Tabellen 11 und 12. In ihm sind die absoluten Unterschiede der vier Schätzverfahren dargestellt.

Schaubild 4



Es ist noch von Interesse, die Schätzfunktion der Varianz der 2SLS- und 3SLS-Schätzmethode zu untersuchen. Wie auf Seite 42 erwähnt wurde, hat die geschätzte Varianz der 3SLS-Methode die Eigenschaft, effizienter als die der 2SLS-Methode zu sein. Die Tabelle 14 enthält für die entsprechenden Kovarianzwerte den Durchschnittswert aus 50 geschätzten 2SLS- und 3SLS-Varianzen.

Tabelle 14

Durchschnittswerte der geschätzten 2SLS- und 3SLS-Varianzen und deren relative Effizienz des Koeffizienten c_{24} für verschiedene Kovarianzwerte; $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$

Kovarianzwert	2SLS	3SLS	2SLS/3SLS
0,00	0,468	0,450	1,04
0,02	0,473	0,451	1,05
0,20	0,468	0,422	1,06
0,80	0,462	0,370	1,25
0,95	0,450	0,225	1,50

Bei niedrigen Kovarianzwerten der Σ -Matrix, unterscheiden sich die geschätzten Varianzen nur wenig voneinander. Das Ergebnis weiterer Untersuchungen ergab, daß der Varianzunterschied beim endogenen Koeffizienten b_{21} geringer ist. Beim höchsten Kovarianzwert (0,95), beträgt 2SLS/3SLS nur 1,11. Beim Klein-I-Modell für die BRD, liegen die prozentualen Veränderungen der 3SLS-Varianz gegenüber der 2SLS-Varianz zwischen 0,17 und 4,08%.¹⁾

1) St. v. Kladu und M. Leserer, "Dreistufige Kleinste Quadrate - einige numerische Ergebnisse", Metrika, vol. 20, 1973, S. 193f.

Zusammenfassung

Die Kleinstichprobeneigenschaften der unterschiedlichen Schätzverfahren lassen sich vermutlich besser mit der kapitalintensiven Monte Carlo-Methode analysieren.¹ Die Parameter des verwendeten simultanen Gleichungssystems wurden mit vier Schätzverfahren geschätzt. Die OLS-Methode ist eine Einzelgleichungsmethode, die im Gegensatz zur 2SLS- und LISE-Methode exogene Informationen anderer Strukturgleichungen nicht berücksichtigt. Die 3SLS-Methode schätzt die Parameter unter Berücksichtigung exogener und endogener Informationen des gesamten Gleichungssystems. Die asymptotischen Eigenschaften dieser Schätzverfahren sind in vielen theoretischen Beiträgen untersucht worden.

Die geschätzten Parameter weichen von den Parametern ab. Diese Abweichungen wurden mit Hilfe der Gütekriterien - Bias, Varianz, und MSE - untersucht. Dabei wurde systematisch die Korrelation zwischen x_3 und x_4 unter Berücksichtigung der Korrelation zwischen x_1 und x_2 , untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- a) Der Bias ist beim OLS-Verfahren für alle Koeffizienten c_{20} , b_{21} , c_{23} und c_{24} am größten. Beim endogenen Koeffizienten b_{21} , beträgt er etwa 12% des wahren Wertes. Im Gegensatz zu den exogenen Koeffizienten c_{23} und c_{24} , wird die Verzerrung beim endogenen Koeffizienten nicht durch steigende $r_{3,4}$ -Werte beeinflusst. Durch die Erhöhung des Interkorrelationskoeffizienten $r_{3,4}$ auf 0,987, steigt der Bias der exogenen Variablen

¹ R.A. Summers, a.a.O. S.3f.

c_{23} und c_{24} auf etwa das Dreifache an.

Bei den simultanen Schätzverfahren ist der Bias des endogenen Koeffizienten zwischen drei- und fünfmal kleiner. Bei den exogenen Koeffizienten, ist der Bias zwischen der OLS-Methode und den simultanen Methoden zwischen ein- und dreimal kleiner. Die 3SLS-Schätzmethode, erweist sich beim endogenen Parameter nicht besser als die übrigen Schätzverfahren. Für die zwei höchsten Korrelationswerte $r_{3,4}$ (0,95 und 0,987), liegt die Verbesserung bei den exogenen Koeffizienten bei etwa 30%. Von den simultanen Schätzverfahren, schneidet die LISE-Schätzmethode für alle Koeffizienten am schlechtesten ab.

- b) Die Varianz aller empirisch gewonnenen Parameter ist bei der OLS-Methode am niedrigsten. Wie aus Schaubild 2 zu ersehen ist, liegt die Verbesserung der Varianz der OLS-Methode im Vergleich zu den simultanen Methoden zwischen 17 und 30%, für den endogenen, und 5 und 14% für die exogenen Koeffizienten. Steigende Multikollinearität vergrößert bei allen Schätzverfahren die Varianz der geschätzten exogenen Parameter. Die Varianz verachtfacht sich bei c_{24} , wenn $r_{3,4}$ von 0,80 auf 0,987 ansteigt. Die Varianzwerte der 3SLS-Schätzmethode unterscheiden sich kaum von denen der 2SLS-Methode. Beim endogenen Parameter, erhöht sich die Varianz der LISE-Ergebnisse besonders stark. Für die höchsten $r_{3,4}$ -Werte, liegt sie zwischen 6 und 8% höher.
- c) Beim MSE-Kriterium, das gleichzeitig die Varianz und den Bias berücksichtigt, verbessern sich die OLS-Ergebnisse relativ zu den übrigen Schätzverfahren. Beim endogenen Koeffizienten

verringert sich der MSE-Wert besonders deutlich bei den höchsten $r_{3,4}$ -Werten. Für diese Werte verringert sich der Unterschied zwischen der OLS-Methode und den simultanen Verfahren auf 6 bzw. 2%.

Bei den exogenen Koeffizienten, sind die MSE-Werte bei den simultanen Schätzverfahren höher als die der OLS-Methode. Der Unterschied liegt zwischen 4 bzw. 10%. Bei diesen Koeffizienten unterscheiden sich die 2SLS- und 3SLS-Ergebnisse kaum voneinander. Das konstante Glied c_{20} , reagiert kaum bei steigender Multikollinearität.

- d) Bei einer sehr starken Erhöhung der Korrelation zwischen den erklärenden Variablen x_3 und x_4 einerseits, und den identifizierenden Variablen x_1 und x_2 andererseits, verschlechtern sich alle Ergebnisse derart, daß eine gesicherte Aussage über die wahren Parameter unmöglich wird. Die typischen Unterschiede aus a) und b) verstärken sich dabei.
- e) Bei Erhöhung des Kovarianzwertes in der Σ -Matrix, vergrößert sich die Interdependenz der Strukturgleichungen. Wie erwartet, steigt der OLS-Bias beim endogenen Koeffizienten b_{21} besonders stark an. Die 3SLS-Methode dagegen, erzeugt bei steigenden Kovarianzelementen der Σ -Matrix, niedrigere b_{21} -Verzerrungen. Diese Schätzmethode berücksichtigt, wie schon erwähnt, den simultanen Zusammenhang.
- Für die exogenen Variablen, ist die Varianzentwicklung der 3SLS-Methode beachtlich. Sie ist für diese Parameter, je nach Kovarianzhöhe (0,80 und 0,95), und $r_{1,2}$ - und $r_{3,4}$ -Werten, zwischen etwa eineinhalb- und achtmal kleiner als die der 2SLS-Schätzmethode.

Die Ergebnisse für die Schätzfunktion der Varianz der 2SLS- und 3SLS-Schätzmethode, entwickeln sich auch im kleinstichprobenfall zu Gunsten der 3SLS-Schätzmethode. Sie ist z.B. beim c_{24} -Koeffizienten, und für sehr hohe Kovarianzwerte der Σ -matrix um 50% niedriger.

Diese Studie zeigt deutlich, daß hohe Multikollinearität die Aussagekraft aller Schätzverfahren empfindlich stört. Der störende Einfluß auf die Qualität der Schätzergebnisse, macht sich für das verwendete simultane Gleichungsmodell, ab einer Korrelationshöhe $r_{3,4} = 0,80$ bemerkbar. Wie alle Monte Carlo-Untersuchungen, kann auch diese Studie keine generellen Aussagen über die Kleinstichprobeneigenschaften der verwendeten Schätzverfahren machen. Der Umfang der Untersuchung, erlaubt aber für den speziellen Fall der Multikollinearität, gesicherte Aussagen über die Schätzeigenschaften der verwendeten Schätzverfahren zu machen. Gemessen am rechentechnischen Aufwand, und den gewonnenen Ergebnissen, scheint die 2SLS-Schätzmethode die besten Resultate zu liefern. Bei ökonometrischen Modellen mit einer größeren Anzahl von Strukturgleichungen, spielen die rechentechnische Schwierigkeiten der 3SLS- und LISE-Schätzmethode, eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Wegen der problemlosen Handhabung der OLS-Methode, sollte man dieses Rechenverfahren, trotz seiner Schwächen, nicht in jedem Fall außer acht lassen. Zusätzliche Informationen könnten aus der Anwendung einer Monte Carlo-Untersuchung für ein größeres ökonometrisches Modell gewonnen werden. Dieses Vorhaben würde trotz schnellster Computer und unbeschränkter Rechenzeit, kaum realisierbar sein.

A n h a n g

Zwischenergebnisse

Seite

Tabelle A 1 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,20$	56
Tabelle A 2 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,40$	57
Tabelle A 3 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,60$	58
Tabelle A 4 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,70$	59
Tabelle A 5 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,80$	60
Tabelle A 6 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$	61
Tabelle A 7 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,95$	62
Tabelle A 8 - Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,987$	63
Tabelle A 9 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,20$	64
Tabelle A 10 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,40$	65
Tabelle A 11 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,60$	66
Tabelle A 12 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,70$	67
Tabelle A 13 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,80$	68
Tabelle A 14 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$	69
Tabelle A 15 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,95$	70
Tabelle A 16 - Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,987$	71
Tabelle A 17 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,20$	72
Tabelle A 18 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,40$	73
Tabelle A 19 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,60$	74
Tabelle A 20 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,70$	75

Tabelle A 21 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,80$	76
Tabelle A 22 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$	77
Tabelle A 23 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,95$	78
Tabelle A 24 - MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,987$	79
Tabelle A 25 - Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$	80
Tabelle A 26 - Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,40$ und $r_{3,4} = 0,80$ Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,987$ und $r_{3,4} = 0,20$	81
Tabelle A 27 - Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,95$	82
Tabelle A 28 - Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$	83
Tabelle A 29 - Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,40$ und $r_{3,4} = 0,80$ Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,987$ und $r_{3,4} = 0,20$	84
Tabelle A 30 - Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,95$	85
Tabelle A 31 - MSE der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$	86
Tabelle A 32 - MSE der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,40$ und $r_{3,4} = 0,80$	87

Tabelle A 32 - MSE der Schätzwerte bei steigenden
Kovarianzwerten der Σ -Matrix für
 $r_{1,2} = 0,987$ und $r_{3,4} = 0,20$

Tabelle A 33 - MSE der Schätzwerte bei steigenden
Kovarianzwerten der Σ -Matrix für
 $r_{1,2} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,95$

88

Tabelle A 1

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,20$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-1,4324	0,0630	-0,0283	0,0032	0,20
	-1,1692	0,0495	-0,0538	-0,0167	0,40
	-0,6969	0,0313	-0,0009	0,0352	0,60
	-0,9651	0,0430	0,0096	0,0276	0,70
	-0,6987	0,0308	-0,0158	0,0196	0,80
	-0,4643	0,0203	0,0053	-0,0140	0,90
	-1,1238	0,0500	0,0113	-0,0228	0,95
	-0,2776	0,0121	0,0049	-0,0184	0,987
2SLS	0,1333	-0,0064	-0,0074	-0,0218	0,20
	0,0429	-0,0020	-0,0050	-0,0196	0,40
	0,1033	-0,0038	0,0148	0,0220	0,60
	-0,0840	0,0044	0,0135	0,0235	0,70
	0,2043	-0,0088	-0,0008	0,0126	0,80
	0,4961	-0,0221	-0,0036	-0,0302	0,90
	-0,2710	0,0120	0,0032	-0,0222	0,95
	0,0138	-0,0129	-0,0031	-0,0255	0,987
3SLS	0,0823	-0,0040	-0,0092	-0,0168	0,20
	0,0889	-0,0016	-0,0064	-0,0178	0,40
	0,0897	-0,0033	0,0128	0,0246	0,60
	-0,2050	0,0046	0,0116	0,0260	0,70
	0,1866	-0,0080	-0,0020	0,0111	0,80
	0,4731	-0,0210	-0,0021	-0,0285	0,90
	-0,2880	0,0123	0,0039	-0,0213	0,95
	0,2787	-0,0125	0,0005	-0,0175	0,987
LISE	0,3003	-0,0135	-0,0064	-0,0243	0,20
	0,2177	-0,0095	-0,0087	-0,0197	0,40
	0,1650	-0,0065	0,0158	0,0213	0,60
	0,0038	0,0006	0,0138	0,0232	0,70
	0,2484	-0,0102	0,0171	0,0208	0,80
	0,5567	-0,0247	-0,0040	-0,0313	0,90
	-0,1485	0,0065	0,0022	-0,0221	0,95
	0,3501	-0,0157	-0,0040	-0,0263	0,987

Tabelle A 2

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,40$

Schätzmethode	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-1,4870	0,0652	-0,0308	-0,0049	0,20
	-1,0850	0,0469	-0,0062	0,0027	0,40
	-0,6538	0,0279	-0,0136	-0,0258	0,60
	-1,0306	0,0440	-0,0176	-0,0384	0,70
	-0,6280	0,0271	-0,0076	-0,0147	0,80
	-0,5903	0,0256	-0,0053	-0,0167	0,90
	-1,1330	0,0504	-0,0214	0,0175	0,95
	-0,2918	0,0126	-0,0047	-0,0059	0,987
2SLS	-0,0279	0,0001	0,0108	-0,0277	0,20
	0,2257	-0,0099	-0,0259	0,0159	0,40
	0,1444	-0,0067	0,0071	-0,0106	0,60
	-0,0494	0,0017	0,0022	-0,0139	0,70
	0,2087	-0,0100	0,0176	-0,0410	0,80
	0,1749	-0,0085	0,0160	-0,0392	0,90
	-0,2828	0,0123	-0,0037	-0,0052	0,95
	0,2008	-0,0095	0,0090	-0,0212	0,987
3SLS	-0,0843	0,0000	0,0104	-0,0260	0,20
	0,2082	-0,0092	-0,0252	0,0173	0,40
	0,1516	-0,0070	0,0065	-0,0080	0,60
	-0,0406	0,0014	0,0018	-0,0121	0,70
	0,2130	-0,0101	0,0185	-0,0386	0,80
	0,1870	-0,0099	0,0180	-0,0399	0,90
	-0,3127	0,0136	-0,0057	0,0009	0,95
	0,1975	-0,0093	0,0089	-0,0191	0,987
LISE	0,1608	-0,0079	0,0158	-0,0305	0,20
	0,6877	0,0199	-0,0325	-0,0124	0,40
	0,2336	-0,0105	0,0095	-0,0089	0,60
	0,0418	-0,0022	0,0039	-0,0118	0,70
	0,2690	-0,0127	0,0194	-0,0429	0,80
	0,2250	-0,0107	0,0173	-0,0407	0,90
	-0,1722	0,0073	0,0011	-0,0081	0,95
	0,2519	-0,0117	0,0104	-0,0226	0,987

Tabelle A 3

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,60$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-1,3398	0,0595	-0,0245	-0,0010	0,20
	-1,2134	0,0513	-0,0123	-0,0472	0,40
	-0,7597	0,0330	-0,0492	0,0201	0,60
	-0,9076	0,0389	-0,0232	-0,0023	0,70
	-0,6597	0,0288	-0,0303	0,0241	0,80
	-0,6304	0,0276	-0,0284	0,0237	0,90
	-1,1289	0,0501	-0,0148	0,0157	0,95
	-0,3880	0,0169	-0,0230	0,0189	0,987
2SLS	-0,1869	0,0078	-0,0112	-0,0053	0,20
	-0,0427	0,0010	-0,0064	-0,0070	0,40
	0,1120	-0,0043	-0,0180	-0,0009	0,60
	0,3373	-0,0153	-0,0313	-0,0003	0,70
	0,2162	-0,0099	-0,0089	0,0002	0,80
	0,1873	-0,0086	-0,0101	0,0011	0,90
	-0,2513	0,0110	-0,0149	0,0085	0,95
	0,1495	-0,0070	-0,0111	0,0016	0,987
3SLS	-0,1745	0,0072	-0,0081	-0,0083	0,20
	-0,0393	0,0005	-0,0052	-0,0062	0,40
	0,1437	-0,0067	-0,0130	-0,0052	0,60
	0,4120	-0,0185	-0,0314	0,0001	0,70
	0,2139	-0,0097	-0,0089	0,0013	0,80
	0,1891	-0,0087	-0,0086	0,0014	0,90
	-0,2604	0,0113	-0,0161	0,0115	0,95
	0,1481	-0,0069	-0,0109	0,0025	0,987
LISE	-0,0847	0,0033	-0,0099	-0,0056	0,20
	0,1923	-0,0005	-0,0057	0,0006	0,40
	0,2823	0,0067	-0,0144	-0,0035	0,60
	0,1846	-0,0185	-0,0190	-0,0017	0,70
	0,2844	-0,0097	-0,0072	-0,0018	0,80
	0,2258	-0,0087	-0,0087	-0,0009	0,90
	-0,1029	0,0113	-0,0129	-0,0144	0,95
	0,2056	-0,0069	-0,0098	-0,0001	0,987

Tabelle A 4

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,70$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-1,4080	0,0617	-0,0206	-0,0064	0,20
	-1,2613	0,0536	0,0154	-0,0585	0,40
	-0,5322	0,0231	0,0139	-0,0099	0,60
	-0,6919	0,0367	0,0188	-0,0139	0,70
	-0,6759	0,0295	-0,0269	0,0097	0,80
	-0,5837	0,0255	0,0111	-0,0039	0,90
	-0,1278	0,0500	-0,0023	0,0087	0,95
	-0,3524	0,0154	0,0079	-0,0030	0,987
2SLS	0,0583	-0,0031	-0,0389	0,0062	0,20
	0,0596	-0,0027	0,0036	-0,0029	0,40
	0,3630	-0,0162	-0,0019	-0,0054	0,60
	0,1916	-0,0086	-0,0130	-0,0055	0,70
	0,1376	0,0065	0,0374	0,0065	0,80
	0,2211	0,0100	0,0013	-0,0073	0,90
	-0,2984	0,0131	0,0005	-0,0017	0,95
	0,3524	-0,0080	0,0029	-0,0088	0,987
3SLS	0,0404	-0,0023	-0,0354	0,0038	0,20
	-0,0371	0,0014	0,0153	-0,0160	0,40
	0,3370	-0,0151	0,0102	-0,0144	0,60
	0,2504	-0,0071	-0,0158	-0,0091	0,70
	0,1305	-0,0062	-0,0291	0,0001	0,80
	0,8078	-0,0094	0,0106	-0,0144	0,90
	0,8862	0,0090	0,0015	-0,0040	0,95
	0,1686	-0,0077	0,0104	-0,0140	0,987
LISE	0,1659	-0,0088	-0,0402	0,0072	0,20
	0,2606	-0,0111	0,0016	0,0055	0,40
	0,4168	-0,0186	-0,0027	-0,0052	0,60
	0,3298	-0,0116	-0,0119	-0,0067	0,70
	0,8097	-0,0088	-0,0380	0,0063	0,80
	0,2912	-0,0131	0,0007	-0,0084	0,90
	0,1762	0,0076	0,0011	-0,0032	0,95
	0,2291	-0,0105	0,0024	-0,0094	0,987

Tabelle A 5

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-1,5240	0,0656	0,0384	-0,0196	0,20
	-0,8678	0,0371	-0,0050	-0,0037	0,40
	-0,5922	0,0255	-0,0282	0,0102	0,60
	-0,4918	0,0360	-0,0163	0,0078	0,70
	-1,1122	0,0449	-0,0358	0,0141	0,80
	-1,1986	0,0487	-0,0591	0,0171	0,90
	-1,1796	0,0524	-0,0453	0,0205	0,95
	-0,9831	0,0518	-0,0624	0,0182	0,987
2SLS	-0,2959	0,0123	0,0205	-0,0218	0,20
	0,1020	-0,0046	0,0126	-0,0064	0,40
	-0,2082	-0,0094	0,0038	-0,0088	0,60
	0,3513	-0,0066	-0,0087	-0,0057	0,70
	0,3560	0,0105	0,0170	-0,0071	0,80
	0,3579	0,0133	-0,0235	0,0019	0,90
	-1,2329	0,0150	-0,0251	0,0029	0,95
	-0,3320	0,0139	-0,0240	0,0021	0,987
3SLS	-0,2583	0,0129	0,0148	-0,0163	0,20
	0,1173	-0,0052	0,0230	-0,0144	0,40
	0,2092	-0,0096	-0,0014	-0,0195	0,60
	0,4096	-0,0064	-0,0069	-0,0062	0,70
	0,2832	-0,0109	-0,0163	-0,0072	0,80
	0,3056	-0,0131	-0,0208	0,0002	0,90
	-0,3476	0,0150	-0,0239	0,0022	0,95
	-0,3250	0,0139	-0,0249	0,0038	0,987
LISE	-0,1704	0,0069	0,0181	-0,0216	0,20
	0,2732	-0,0119	0,0229	-0,0125	0,40
	0,3010	-0,0137	-0,0011	-0,0108	0,60
	0,2297	-0,0108	-0,0081	-0,0070	0,70
	0,2401	-0,0107	-0,0159	-0,0079	0,80
	0,3217	-0,0142	-0,0211	-0,0021	0,90
	-0,2148	0,0091	-0,0190	0,0001	0,95
	-0,1103	0,0080	-0,0279	-0,0006	0,987

Tabelle A 6

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-1,2518	0,0560	0,0723	-0,0283	0,20
	-0,8678	0,0373	0,0069	-0,0126	0,40
	-0,5464	0,0235	-0,0164	0,0036	0,60
	-0,8832	0,0384	0,0009	-0,0043	0,70
	-0,4577	0,0203	-0,0118	0,0171	0,80
	-0,9875	0,0487	-0,0697	0,0357	0,90
	-0,9619	0,0531	-0,0663	0,0406	0,95
	-1,2491	0,0521	-0,0851	0,0386	0,987
2SLS	0,2353	-0,0089	0,0054	0,0060	0,20
	0,0701	-0,0045	0,0205	-0,0126	0,40
	0,2248	-0,0104	0,0006	-0,0115	0,60
	0,1345	-0,0063	-0,0035	-0,0082	0,70
	0,2449	-0,0103	-0,0127	0,0321	0,80
	-0,2644	0,0112	-0,0193	0,0007	0,90
	-0,3030	0,0129	-0,0218	0,0027	0,95
	-0,2821	0,0120	-0,0206	0,0015	0,987
3SLS	0,2291	-0,0085	0,0109	0,0001	0,20
	0,1104	-0,0045	0,0358	-0,0249	0,40
	0,2185	-0,0100	0,0015	-0,0103	0,60
	0,1251	-0,0060	-0,0011	-0,0086	0,70
	0,2382	-0,0101	-0,0024	0,0211	0,80
	-0,2807	0,0116	-0,0209	0,0019	0,90
	-0,3026	0,0128	0,0201	0,0014	0,95
	-0,2943	0,0125	-0,0243	0,0052	0,987
LISE	-0,1158	0,0058	0,0063	-0,0174	0,20
	0,2805	-0,0122	0,0160	-0,0066	0,40
	0,3089	-0,0140	0,0025	-0,0131	0,60
	0,2420	-0,0111	-0,0045	-0,0085	0,70
	0,3104	-0,0131	-0,0128	0,0336	0,80
	-0,1133	0,0046	-0,0077	-0,0072	0,90
	0,3105	0,0132	-0,0209	0,0031	0,95
	-0,1465	0,0060	-0,0105	-0,0043	0,987

Tabelle A 7

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,95$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-2,0444	0,0476	-0,1990	0,1427	0,20
	-0,8812	0,0378	-0,0117	0,0012	0,40
	-0,7144	0,0317	0,0343	-0,0124	0,60
	-0,0608	0,0426	0,0064	0,0151	0,70
	-0,4653	0,0205	0,0049	-0,0005	0,80
	-0,7771	0,0341	0,0359	0,0294	0,90
	-1,0047	0,0437	0,0003	-0,0254	0,95
	-0,8611	0,0117	0,0015	0,0102	0,987
2SLS	-0,2164	0,0094	-0,0314	0,0235	0,20
	0,0929	-0,0042	-0,0056	0,0068	0,40
	0,1278	-0,0053	-0,0130	0,0267	0,60
	-0,0365	0,0020	-0,0099	0,0250	0,70
	0,2551	-0,0108	-0,0173	0,0360	0,80
	0,1461	0,0061	-0,0153	0,0291	0,90
	-0,1323	0,0058	-0,0283	0,0227	0,95
	0,1531	-0,0070	-0,0090	0,0251	0,987
3SLS	-0,2884	0,0126	-0,0461	0,0359	0,20
	0,0935	-0,0041	0,0056	-0,0027	0,40
	0,0933	-0,0039	0,0043	0,0101	0,60
	-0,0560	0,0028	0,0068	0,0087	0,70
	0,2362	-0,0100	0,0019	0,0164	0,80
	-0,1245	0,0055	-0,0138	-0,0168	0,90
	0,1537	0,0065	-0,0289	0,0239	0,95
	0,1493	-0,0067	-0,0045	0,0190	0,987
LISE	-0,0320	0,0013	-0,0141	0,0110	0,20
	0,2642	-0,0041	-0,0045	0,0080	0,40
	0,1956	-0,0039	-0,0169	0,0300	0,60
	0,0743	-0,0028	-0,0110	0,0257	0,70
	0,3224	-0,0100	-0,0193	0,0392	0,80
	-0,1651	0,0068	-0,0160	-0,0240	0,90
	0,1245	0,0055	-0,0301	0,0241	0,95
	0,1537	-0,0065	-0,0134	0,0291	0,987

Tabelle A 8

Bias der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,987$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	-0,8102	0,0353	0,1175	-0,0984	0,20
	-0,1270	0,0375	-0,0532	-0,0264	0,40
	-0,4704	0,0230	0,0508	-0,0536	0,60
	-0,9104	0,0398	0,0803	-0,0760	0,70
	-0,5175	0,0227	0,0228	-0,0271	0,80
	-0,4870	0,0213	0,0246	-0,0206	0,90
	-1,0663	0,0465	-0,0924	0,0595	0,95
	-1,0751	0,0468	-0,0999	0,0645	0,987
2SLS	0,8875	-0,0389	-0,1036	0,0885	0,20
	0,1011	-0,0045	0,0126	-0,0086	0,40
	0,2267	-0,0102	0,0273	-0,0329	0,60
	0,1077	-0,0050	0,0364	-0,0408	0,70
	0,2502	-0,0107	-0,0330	0,0500	0,80
	0,1460	-0,0105	-0,0294	0,0477	0,90
	-0,1454	0,0062	0,0323	-0,0390	0,95
	-0,2501	0,0061	0,0303	-0,0374	0,987
3SLS	0,8056	-0,0353	-0,0689	0,0599	0,20
	0,1021	-0,0045	0,0174	-0,0124	0,40
	0,2204	-0,0128	0,0247	-0,0293	0,60
	0,3289	-0,0051	0,0167	-0,0230	0,70
	0,2313	-0,0098	-0,0078	0,0257	0,80
	0,2269	-0,0097	-0,0088	0,0269	0,90
	-0,1468	0,0062	0,0308	-0,0368	0,95
	-0,4586	0,0064	0,0257	-0,0324	0,987
LISE	1,0888	-0,0477	-0,1276	0,1087	0,20
	0,2616	-0,0113	0,0161	-0,0087	0,40
	0,3014	-0,0135	0,0254	-0,0310	0,60
	0,2145	-0,0097	0,0306	-0,0361	0,70
	0,3258	-0,0139	-0,0394	0,0577	0,80
	0,3161	-0,0134	-0,0341	0,0536	0,90
	-0,0629	0,0025	0,0439	-0,0482	0,95
	0,0216	0,0007	0,0485	-0,0519	0,987

Tabelle A 9

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,20$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	3,4735	0,0067	0,0096	0,0080	0,20
	2,6483	0,0048	0,0141	0,0062	0,40
	1,4562	0,0030	0,0058	0,0060	0,60
	1,7098	0,0035	0,0060	0,0057	0,70
	1,3186	0,0026	0,0113	0,0074	0,80
	2,2615	0,0046	0,0068	0,0090	0,90
	1,7392	0,0035	0,0068	0,0071	0,95
	1,1398	0,0024	0,0069	0,0080	0,987
2SLS	4,5446	0,0089	0,0106	0,0083	0,20
	3,1094	0,0056	0,0157	0,0066	0,40
	1,8891	0,0038	0,0067	0,0064	0,60
	2,2087	0,0044	0,0066	0,0060	0,70
	1,4421	0,0028	0,0132	0,0080	0,80
	2,1012	0,0043	0,0075	0,0089	0,90
	1,9963	0,0040	0,0074	0,0073	0,95
	1,0485	0,0022	0,0073	0,0080	0,987
3SLS	4,7546	0,0090	0,0108	0,0079	0,20
	2,9888	0,0056	0,0150	0,0070	0,40
	1,9369	0,0039	0,0075	0,0093	0,60
	2,1994	0,0044	0,0070	0,0071	0,70
	1,4458	0,0028	0,0126	0,0084	0,80
	2,0743	0,0042	0,0069	0,0085	0,90
	1,9950	0,0040	0,0072	0,0075	0,90
	1,0411	0,0022	0,0068	0,0076	0,987
LISE	4,6901	0,0092	0,0107	0,0084	0,20
	3,2356	0,0058	0,0158	0,0067	0,40
	1,8572	0,0037	0,0068	0,0067	0,60
	2,2583	0,0045	0,0066	0,0061	0,70
	1,4869	0,0030	0,0091	0,0065	0,80
	2,0833	0,0042	0,0075	0,0089	0,90
	2,0158	0,0041	0,0075	0,0074	0,95
	1,0642	0,0022	0,0073	0,0081	0,987

Tabelle A 10

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,40$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	2,9728	0,0059	0,0092	0,0169	0,20
	2,7938	0,0053	0,0131	0,0199	0,40
	1,6967	0,0032	0,0081	0,0154	0,60
	2,1853	0,0041	0,0072	0,0175	0,70
	2,6389	0,0053	0,0077	0,0201	0,80
	2,3232	0,0048	0,0071	0,0194	0,90
	1,4574	0,0029	0,0066	0,0147	0,95
	1,1255	0,0024	0,0082	0,0188	0,987
2SLS	3,9101	0,0077	0,0099	0,0185	0,20
	5,0437	0,0095	0,0155	0,0139	0,40
	1,9921	0,0038	0,0087	0,0161	0,60
	2,7921	0,0052	0,0082	0,0183	0,70
	2,9397	0,0057	0,0084	0,0216	0,80
	2,6522	0,0052	0,0075	0,0207	0,90
	1,6892	0,0033	0,0068	0,0162	0,95
	1,1058	0,0023	0,0084	0,0198	0,987
3SLS	4,4050	0,0087	0,0115	0,0197	0,20
	4,6702	0,0088	0,0137	0,0136	0,40
	2,0041	0,0038	0,0090	0,0175	0,60
	2,8813	0,0053	0,0083	0,0205	0,70
	2,8277	0,0057	0,0072	0,0208	0,80
	2,6746	0,0052	0,0066	0,0197	0,90
	1,7218	0,0034	0,0076	0,0176	0,95
	1,0899	0,0023	0,0087	0,0208	0,987
LISE	4,2036	0,0083	0,0101	0,0186	0,20
	3,2512	0,0068	0,0158	0,0172	0,40
	2,1049	0,0040	0,0090	0,0162	0,60
	2,8828	0,0054	0,0081	0,0187	0,70
	2,9559	0,0057	0,0081	0,0218	0,80
	2,7127	0,0053	0,0075	0,0208	0,90
	1,7110	0,0034	0,0069	0,0161	0,95
	1,1146	0,0023	0,0084	0,0198	0,987

Tabelle A 11

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,60$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	2,1800	0,0042	0,0055	0,0101	0,20
	2,5454	0,0046	0,0052	0,0160	,40
	1,3355	0,0027	0,0086	0,0055	0,60
	2,1491	0,0043	0,0081	0,0087	0,70
	1,8192	0,0037	0,0066	0,0106	0,80
	1,6211	0,0033	0,0062	0,0103	0,90
	1,8109	0,0036	0,0048	0,0085	0,95
	0,9066	0,0019	0,0060	0,0098	0,987
2SLS	3,2641	0,0064	0,0059	0,0114	0,20
	3,2828	0,0059	0,0057	0,0174	0,40
	1,6459	0,0033	0,0095	0,0058	0,60
	3,1030	0,0062	0,0098	0,0092	0,70
	1,9497	0,0039	0,0076	0,0121	0,80
	1,6848	0,0034	0,0071	0,0116	0,90
	1,9952	0,0040	0,0052	0,0095	0,95
	0,9269	0,0019	0,0064	0,0108	0,987
3SLS	3,2937	0,0064	0,0062	0,0107	0,20
	3,2606	0,0059	0,0063	0,0173	0,40
	1,7331	0,0034	0,0104	0,0061	0,60
	3,7405	0,0074	0,0136	0,0102	0,70
	2,0408	0,0041	0,0086	0,0126	0,80
	1,7751	0,0036	0,0081	0,0121	0,90
	1,9947	0,0040	0,0057	0,0097	0,95
	0,9786	0,0020	0,0072	0,0109	0,987
LISE	3,3833	0,0066	0,0060	0,0115	0,20
	3,3698	0,0061	0,0058	0,0173	0,40
	1,7733	0,0035	0,0097	0,0058	0,60
	2,1922	0,0068	0,0108	0,0101	0,70
	2,0045	0,0042	0,0078	0,0118	0,80
	1,9773	0,0040	0,0076	0,0122	0,80
	2,1653	0,0041	0,0052	0,0144	0,95
	0,9495	0,0020	0,0066	0,0109	0,987

Tabelle A 12

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,70$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	2,0354	0,0041	0,0109	0,0121	0,20
	2,7409	0,0050	0,0172	0,0170	0,40
	1,5509	0,0031	0,0176	0,0139	0,60
	2,1359	0,0034	0,0159	0,0140	0,70
	1,8013	0,0041	0,0119	0,0118	0,80
	1,4082	0,0027	0,0181	0,0145	0,90
	1,8510	0,0037	0,0184	0,0146	0,95
	0,8178	0,0017	0,0184	0,0149	0,987
2SLS	3,7095	0,0073	0,0121	0,0134	0,20
	4,1569	0,0075	0,0198	0,0213	0,40
	1,6117	0,0032	0,0196	0,0149	0,60
	2,5261	0,0046	0,0174	0,0153	0,70
	1,4322	0,0049	0,0130	0,0125	0,80
	2,1338	0,0029	0,0197	0,0153	0,90
	2,3068	0,0043	0,0194	0,0152	0,95
	0,8068	0,0017	0,0194	0,0154	0,987
3SLS	3,7245	0,0073	0,0140	0,0134	0,20
	4,0744	0,0074	0,0191	0,0223	0,40
	1,5992	0,0032	0,0180	0,0147	0,60
	2,3169	0,0045	0,0174	0,0157	0,70
	2,5201	0,0048	0,0147	0,0134	0,80
	1,4195	0,0028	0,0181	0,0152	0,90
	2,1138	0,0042	0,0190	0,0150	0,95
	0,8083	0,0017	0,0181	0,0154	0,987
LISE	3,6922	0,0073	0,0140	0,0134	0,20
	4,4257	0,0081	0,0202	0,0219	0,40
	1,5906	0,0031	0,0196	0,0149	0,60
	2,2649	0,0045	0,0169	0,0157	0,70
	2,5469	0,0049	0,0130	0,0126	0,80
	1,4311	0,0029	0,0154	0,0154	0,90
	2,1356	0,0043	0,0196	0,0154	0,95
	0,8144	0,0017	0,0195	0,0155	0,987

Tabelle A 13

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,80$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	3,7407	0,0063	0,0282	0,0129	0,20
	1,8208	0,0035	0,0154	0,0116	0,40
	1,3698	0,0028	0,0186	0,0105	0,60
	1,6514	0,0033	0,0182	0,0099	0,70
	1,3612	0,0034	0,0318	0,0324	0,80
	1,6483	0,0032	0,0223	0,0120	0,90
	1,7044	0,0034	0,0227	0,0124	0,95
	1,6487	0,0033	0,0228	0,0221	0,987
2SLS	3,6873	0,0071	0,0300	0,0139	0,20
	2,3448	0,0044	0,0164	0,0128	0,40
	1,5907	0,0032	0,0200	0,0111	0,60
	2,2262	0,0044	0,0190	0,0104	0,70
	1,4102	0,0046	0,0340	0,0331	0,80
	2,0863	0,0041	0,0247	0,0129	0,90
	2,0825	0,0041	0,0253	0,0132	0,95
	2,0800	0,0041	0,0251	0,0261	0,987
3SLS	3,7390	0,0070	0,0317	0,0150	0,20
	2,3641	0,0045	0,0173	0,0139	0,40
	1,6113	0,0032	0,0183	0,0102	0,60
	2,2199	0,0044	0,0182	0,0104	0,70
	1,4270	0,0046	0,0319	0,0346	0,80
	2,1330	0,0042	0,0269	0,0148	0,90
	2,1415	0,0042	0,0269	0,0148	0,95
	2,0858	0,0041	0,0249	0,0263	0,987
LISE	3,8247	0,0073	0,0302	0,0139	0,20
	2,5558	0,0048	0,0329	0,0218	0,40
	1,6825	0,0034	0,0199	0,0112	0,60
	2,2904	0,0045	0,0193	0,0105	0,70
	1,4064	0,0045	0,0364	0,0371	0,80
	2,1732	0,0043	0,0248	0,0141	0,90
	2,1595	0,0042	0,0256	0,0134	0,95
	2,1633	0,0043	0,0259	0,0133	0,987

Tabelle A 14

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	3,8477	0,0074	0,0728	0,0381	0,20
	1,8171	0,0035	0,0306	0,0204	0,40
	1,4460	0,0029	0,0405	0,0233	0,60
	1,9801	0,0040	0,0418	0,0239	0,70
	1,3612	0,0026	0,0645	0,0729	0,80
	1,9229	0,0038	0,0529	0,0293	0,90
	1,9066	0,0038	0,0599	0,0303	0,95
	1,8739	0,0037	0,0530	0,0295	0,987
2SLS	4,1731	0,0081	0,0811	0,0423	0,20
	2,3255	0,0044	0,0333	0,0217	0,40
	1,6428	0,0033	0,0431	0,0250	0,60
	2,6611	0,0053	0,045	0,0256	0,70
	1,4102	0,0027	0,0689	0,0767	0,80
	2,5774	0,0050	0,0612	0,0324	0,90
	2,3655	0,0047	0,0603	0,0334	0,95
	2,3602	0,0046	0,0599	0,0330	0,987
3SLS	3,9506	0,0076	0,0768	0,0411	0,20
	2,3337	0,0044	0,0369	0,0256	0,40
	1,6612	0,0033	0,0393	0,0223	0,60
	2,6298	0,0052	0,0413	0,0242	0,70
	1,4270	0,0027	0,0660	0,0790	0,80
	2,6563	0,0051	0,0632	0,0373	0,90
	2,4401	0,0049	0,0619	0,0350	0,95
	2,3545	0,0045	0,0585	0,0329	0,987
LISE	4,3242	0,0084	0,0788	0,0396	0,20
	2,5710	0,0049	0,0268	0,0212	0,40
	1,7229	0,0034	0,0434	0,0249	0,60
	2,5902	0,0051	0,0449	0,0251	0,70
	1,4064	0,0027	0,0694	0,0771	0,80
	2,6211	0,0051	0,0628	0,0348	0,90
	2,3977	0,0050	0,0617	0,0348	0,95
	2,4785	0,0049	0,0622	0,0341	0,987

Tabelle A 15

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,95$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	4,2653	0,0083	0,0768	0,0541	0,20
	1,8648	0,0036	0,0403	0,0299	0,40
	1,9573	0,0039	0,1124	0,1117	0,60
	1,9689	0,0039	0,0983	0,0995	0,70
	1,5156	0,0029	0,1079	0,0136	0,80
	2,1071	0,0042	0,0842	0,0861	0,90
	2,2831	0,0061	0,0423	0,0733	0,95
	0,9153	0,0018	0,1101	0,1129	0,987
2SLS	7,7456	0,0150	0,1084	0,0719	0,20
	2,3907	0,0045	0,0418	0,0314	0,40
	2,1665	0,0043	0,1196	0,1186	0,60
	2,6571	0,0052	0,1072	0,1070	0,70
	1,5113	0,0029	0,1145	0,1191	0,80
	2,4279	0,0056	0,1147	0,0909	0,90
	2,8171	0,0045	0,0447	0,0457	0,95
	0,8783	0,0021	0,1087	0,1098	0,987
3SLS	6,9966	0,0135	0,0995	0,0697	0,20
	2,3896	0,0045	0,0505	0,0390	0,40
	2,3020	0,0045	0,1148	0,1222	0,60
	2,6632	0,0052	0,1021	0,1058	0,70
	1,5219	0,0029	0,1129	0,1228	0,80
	2,7125	0,0051	0,0910	0,0939	0,90
	2,4631	0,0045	0,0518	0,0953	0,95
	0,8607	0,0019	0,1026	0,1076	0,987
LISE	8,0680	0,0156	0,1126	0,0745	0,20
	2,6124	0,0050	0,0423	0,0316	0,40
	2,1495	0,0042	0,1191	0,1181	0,60
	2,6351	0,0052	0,1079	0,1078	0,70
	1,4882	0,0029	0,1156	0,0934	0,80
	2,8871	0,0055	0,0928	0,1200	0,90
	2,5394	0,0047	0,0437	0,0849	0,95
	0,8639	0,0017	0,1111	0,1132	0,987

Tabelle A 16

Varianz der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,987$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	4,3291	0,0084	0,2195	0,1595	0,20
	1,8959	0,0036	0,1651	0,1162	0,40
	1,4420	0,0029	0,1920	0,1392	0,60
	1,3050	0,0035	0,1882	0,1354	0,70
	1,7409	0,0033	0,2867	0,2943	0,80
	1,6073	0,0031	0,2058	0,2161	0,90
	2,3908	0,0046	0,2731	0,1952	0,95
	2,3714	0,0046	0,2729	0,1948	0,987
2SLS	6,6614	0,0127	0,2725	0,2014	0,20
	2,4024	0,0046	0,1704	0,1199	0,40
	1,7661	0,0035	0,2080	0,1510	0,60
	2,4065	0,0048	0,8056	0,1491	0,70
	1,7710	0,0034	0,3002	0,3042	0,80
	1,6019	0,0031	0,2185	0,2270	0,90
	2,6848	0,0051	0,3066	0,2199	0,95
	2,7381	0,0050	0,3038	0,2173	0,987
3SLS	6,2420	0,0119	0,2629	0,1933	0,20
	2,4087	0,0046	0,1999	0,1428	0,40
	1,7354	0,0034	0,1938	0,1359	0,60
	2,4079	0,0048	0,2048	0,1442	0,70
	1,7721	0,0034	0,2840	0,2926	0,80
	1,6102	0,0031	0,2095	0,2239	0,90
	2,6573	0,0050	0,3163	0,2211	0,95
	2,6275	0,0050	0,3013	0,2119	0,987
LISE	6,8280	0,0130	0,2840	0,2087	0,20
	2,5935	0,0040	0,1726	0,1209	0,40
	1,8409	0,0037	0,2095	0,1521	0,60
	2,5474	0,0051	0,2112	0,1531	0,70
	1,7447	0,0034	0,3037	0,3074	0,80
	1,5927	0,0030	0,2198	0,2278	0,90
	2,8018	0,0054	0,3153	0,2252	0,95
	2,8661	0,0055	0,3152	0,2260	0,987

Tabelle A 10

MSE für die Schätzwerte für $\pi_{3,4}$: 0,10

Schätzmethoden	$\pi_{1,2}=0$	$\pi_{1,2}=0,1$	$\pi_{1,2}=0,2$	$\pi_{1,2}=0,3$	$\pi_{1,2}$
OLS	5,5252	0,0102	0,0099	0,0081	0,20
	4,0153	0,0072	0,0170	0,0084	0,40
	1,9418	0,0040	0,0068	0,0072	0,60
	2,6418	0,0053	0,0061	0,0065	0,70
	1,8064	0,0035	0,0115	0,0078	0,80
	2,4770	0,0050	0,0068	0,0090	0,90
	3,0007	0,0060	0,0069	0,0076	0,95
	1,2168	0,0025	0,0069	0,0064	0,98
2SLS	4,5624	0,0089	0,0106	0,0068	0,20
	3,1112	0,0056	0,0157	0,0070	0,40
	1,8992	0,0038	0,0069	0,0069	0,60
	2,1575	0,0044	0,0068	0,0065	0,70
	1,4838	0,0029	0,0132	0,0061	0,80
	2,3437	0,0048	0,0075	0,0098	0,90
	2,0408	0,0041	0,0074	0,0078	0,94
	1,1304	0,0023	0,0073	0,0066	0,98
3SLS	4,5753	0,0090	0,0109	0,0082	0,20
	2,9068	0,0053	0,0151	0,0075	0,40
	1,9449	0,0039	0,0076	0,0079	0,60
	2,2414	0,0044	0,0071	0,0078	0,70
	1,4906	0,0038	0,0126	0,0084	0,80
	2,3026	0,0046	0,0069	0,0093	0,90
	2,0722	0,0041	0,0072	0,0074	0,94
	1,1187	0,0023	0,0068	0,0083	0,98
LISE	4,7801	0,0094	0,0107	0,0084	0,20
	3,2829	0,0059	0,0156	0,0071	0,40
	1,8599	0,0037	0,0070	0,0072	0,60
	2,2583	0,0045	0,0068	0,0066	0,70
	1,5486	0,0031	0,0126	0,0069	0,80
	2,3932	0,0048	0,0075	0,0099	0,90
	2,0409	0,0041	0,0075	0,0079	0,94
	1,1867	0,0024	0,0073	0,0068	0,98

Tabelle A 18

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,40$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$c_{21}=0,3$	$c_{22}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$c_{1,2}$
OLS	5,1839	0,0101	0,0101	0,0169	0,20
	3,9115	0,0075	0,0132	0,0119	0,40
	2,1247	0,0040	0,0023	0,0161	0,60
	3,2474	0,0061	0,0075	0,0190	0,70
	3,0208	0,0059	0,0077	0,0203	0,80
	2,6716	0,0054	0,0071	0,0197	0,90
	2,7410	0,0054	0,0070	0,0150	0,95
	1,2106	0,0025	0,0082	0,0188	0,987
2SLS	4,0431	0,0077	0,0100	0,0192	0,20
	3,0332	0,0096	0,0161	0,0141	0,40
	2,0123	0,0038	0,0087	0,0162	0,60
	2,7345	0,0052	0,0082	0,0185	0,70
	2,9832	0,0058	0,0084	0,0233	0,80
	2,6827	0,0053	0,0077	0,0212	0,90
	1,7743	0,0034	0,0068	0,0162	0,95
	1,1458	0,0024	0,0085	0,0202	0,987
3SLS	4,4138	0,0087	0,0116	0,0203	0,20
	4,7135	0,0083	0,0143	0,0139	0,40
	2,0270	0,0038	0,0090	0,0176	0,60
	2,8823	0,0053	0,0083	0,0206	0,70
	2,8730	0,0058	0,0075	0,0223	0,80
	2,7095	0,0053	0,0069	0,0212	0,90
	1,8135	0,0036	0,0076	0,0176	0,95
	1,1283	0,0024	0,0088	0,0212	0,987
LISE	4,2234	0,0087	0,0103	0,0136	0,20
	3,7241	0,0072	0,0169	0,0174	0,40
	2,1534	0,0041	0,0091	0,0163	0,60
	2,8845	0,0054	0,0081	0,0188	0,70
	3,0282	0,0057	0,0084	0,0236	0,80
	2,7633	0,0054	0,0078	0,0244	0,90
	1,7406	0,0034	0,0069	0,0162	0,95
	1,1730	0,0024	0,0085	0,0203	0,987

Tabelle A 19

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,60$

Schätzmethode	$c_{20}=20$	$c_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	4,0290	0,0077	0,0071	0,0101	0,20
	3,0706	0,0072	0,0053	0,0182	0,40
	1,6884	0,0038	0,0112	0,0059	0,60
	3,1244	0,0058	0,0086	0,0087	0,70
	2,2544	0,0045	0,0075	0,0112	0,80
	2,0185	0,0040	0,0070	0,0108	0,90
	3,0852	0,0061	0,0050	0,0087	0,95
	1,0571	0,0022	0,0065	0,0101	0,987
2SLS	3,2990	0,0064	0,0060	0,0114	0,20
	3,2838	0,0059	0,0057	0,0174	0,40
	1,6584	0,0033	0,0097	0,0058	0,60
	3,2167	0,0064	0,0108	0,0092	0,70
	1,9914	0,0040	0,0077	0,0121	0,80
	1,7199	0,0035	0,0072	0,0166	0,90
	2,0583	0,0041	0,0054	0,0096	0,95
	0,9492	0,0019	0,0065	0,0108	0,987
3SLS	3,3324	0,0064	0,0063	0,0108	0,20
	3,2620	0,0059	0,0063	0,0173	0,40
	1,7537	0,0032	0,0105	0,0061	0,60
	3,9102	0,0077	0,0146	0,0102	0,70
	2,0865	0,0042	0,0087	0,0126	0,80
	1,8108	0,0037	0,0082	0,0121	0,90
	2,0625	0,0041	0,0051	0,0098	0,95
	1,0005	0,0020	0,0073	0,0109	0,987
LISE	3,3904	0,0066	0,0061	0,0115	0,20
	3,3734	0,0062	0,0058	0,0173	0,40
	1,8206	0,0036	0,0099	0,0058	0,60
	2,2262	0,0068	0,0110	0,0101	0,70
	2,0581	0,0042	0,0076	0,0122	0,80
	1,8002	0,0037	0,0072	0,0118	0,90
	2,1758	0,0042	0,0053	0,0146	0,95
	0,9917	0,0021	0,0067	0,0109	0,987

Tabelle A 20

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,70$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	4,0154	0,0079	0,0113	0,0121	0,20
	4,3317	0,0078	0,0174	0,0204	0,40
	1,8340	0,0036	0,0178	0,0140	0,60
	2,5911	0,0049	0,0161	0,0118	0,70
	2,5927	0,0050	0,0126	0,0147	0,80
	1,7492	0,0034	0,0182	0,0118	0,90
	3,1229	0,0052	0,0184	0,0145	0,95
	0,9366	0,0019	0,0184	0,0146	0,987
	3,7128	0,0073	0,0136	0,0134	0,20
2SLS	4,1604	0,0075	0,0198	0,0210	0,40
	1,7434	0,0034	0,0196	0,0149	0,60
	2,4071	0,0044	0,0178	0,0152	0,70
	2,5450	0,0049	0,0144	0,0125	0,80
	1,4810	0,0030	0,0197	0,0153	0,90
	2,2228	0,0044	0,0094	0,0153	0,95
	0,8374	0,0018	0,0094	0,0155	0,987
	3,7261	0,0073	0,0153	0,0134	0,20
3SLS	4,0757	0,0074	0,0193	0,0235	0,40
	1,7129	0,0034	0,0181	0,0149	0,60
	2,4709	0,0044	0,0155	0,0159	0,70
	2,5331	0,0048	0,0177	0,0134	0,80
	1,4626	0,0029	0,0182	0,0154	0,90
	2,8923	0,0043	0,0190	0,0150	0,95
	0,8367	0,0017	0,0182	0,0156	0,987
	3,7197	0,0073	0,0138	0,0136	0,20
LISE	4,4913	0,0082	0,0202	0,0219	0,40
	1,7543	0,0034	0,0196	0,0149	0,60
	2,5831	0,0044	0,0177	0,0157	0,70
	1,5158	0,0048	0,0144	0,0126	0,80
	2,4197	0,0029	0,0154	0,0155	0,90
	2,1976	0,0045	0,0196	0,0154	0,95
	0,8668	0,0017	0,0195	0,0156	0,987
	3,7197	0,0073	0,0138	0,0136	0,20

Tabelle A 21

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,80$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	6,0602	0,0086	0,0297	0,0132	0,20
	2,5726	0,0049	0,0154	0,0116	0,40
	1,7205	0,0034	0,0194	0,0106	0,60
	1,8932	0,0044	0,0183	0,0099	0,70
	2,9989	0,0054	0,0331	0,0326	0,80
	2,8852	0,0056	0,0258	0,0123	0,90
	3,1266	0,0061	0,0270	0,0128	0,95
	3,0401	0,0059	0,0267	0,0224	0,987
2SLS	3,7540	0,0072	0,0304	0,0149	0,20
	2,3552	0,0044	0,0166	0,0123	0,40
	1,6340	0,0033	0,0200	0,0112	0,60
	2,2275	0,0044	0,0191	0,0104	0,70
	2,5708	0,0047	0,0351	0,0331	0,80
	2,0960	0,0042	0,0252	0,0129	0,90
	3,6648	0,0043	0,0258	0,0132	0,95
	2,1902	0,0042	0,0257	0,0260	0,987
3SLS	3,8048	0,0071	0,0319	0,0153	0,20
	1,3783	0,0046	0,0178	0,0141	0,40
	1,6550	0,0033	0,0184	0,0103	0,60
	2,3884	0,0044	0,0182	0,0104	0,70
	2,4099	0,0045	0,0329	0,0341	0,80
	2,1424	0,0042	0,0260	0,0143	0,90
	2,2623	0,0044	0,0274	0,0148	0,95
	2,1980	0,0043	0,0255	0,0263	0,987
LISE	3,8537	0,0073	0,0305	0,0144	0,20
	2,6304	0,0049	0,0334	0,0218	0,40
	1,7731	0,0036	0,0199	0,0111	0,60
	2,8516	0,0045	0,0193	0,0105	0,70
	2,5171	0,0046	0,0366	0,0371	0,80
	2,1737	0,0043	0,0260	0,0134	0,90
	2,2056	0,0043	0,0259	0,0137	0,95
	2,1995	0,0043	0,0262	0,0133	0,987

Tabelle A 22

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,90$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	5,4147	0,0105	0,0780	0,0389	0,20
	1,8445	0,0049	0,0306	0,0205	0,40
	1,7445	0,0034	0,0408	0,0233	0,60
	2,6600	0,0055	0,0418	0,0236	0,70
	1,5706	0,0030	0,0646	0,0727	0,80
	3,1723	0,0061	0,0593	0,0302	0,90
	1,9515	0,0066	0,0599	0,0303	0,95
	0,9834	0,0019	0,1101	0,1130	0,987
2SLS	4,2284	0,0082	0,0811	0,0423	0,20
	2,3263	0,0044	0,0327	0,0218	0,40
	1,6933	0,0034	0,0431	0,0250	0,60
	2,6790	0,0053	0,0445	0,0257	0,70
	1,4701	0,0028	0,0690	0,0777	0,80
	2,8418	0,0051	0,0614	0,0324	0,90
	2,4573	0,0047	0,0603	0,0334	0,95
	0,9017	0,0021	0,1099	0,1127	0,987
3SLS	4,0030	0,0077	0,0769	0,0411	0,20
	2,3458	0,0044	0,0382	0,0262	0,40
	1,7089	0,0034	0,0393	0,0224	0,60
	2,0140	0,0052	0,0414	0,0243	0,70
	1,4837	0,0028	0,0660	0,0790	0,80
	2,7235	0,0052	0,0636	0,0373	0,90
	2,5316	0,0049	0,0619	0,0350	0,95
	0,8843	0,0017	0,1026	0,1080	0,987
LISE	4,4953	0,0084	0,0788	0,0123	0,20
	2,6496	0,0050	0,0170	0,0123	0,40
	1,7706	0,0036	0,0430	0,0251	0,60
	2,0487	0,0052	0,0449	0,0252	0,70
	1,5027	0,0029	0,0635	0,0782	0,80
	2,6211	0,0051	0,0628	0,0348	0,90
	2,4227	0,0052	0,0609	0,0355	0,95
	0,8992	0,0017	0,1113	0,1140	0,987

Tabelle A 23

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,95$

Schätzmethoden	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	8,4448	0,0125	0,1164	0,0787	0,20
	1,9424	0,0050	0,0404	0,0299	0,40
	2,4676	0,0049	0,1135	0,1118	0,60
	2,8918	0,0057	0,0983	0,0996	0,70
	1,7321	0,0033	0,1079	0,1136	0,80
	3,1417	0,0058	0,0911	0,0901	0,90
	3,2831	0,0061	0,0426	0,0779	0,95
	0,9834	0,0019	0,1101	0,1130	0,987
2SLS	7,7924	0,0151	0,1094	0,0725	0,20
	2,3993	0,0045	0,0418	0,0314	0,40
	2,1828	0,0043	0,1197	0,1193	0,60
	2,6704	0,0052	0,1073	0,1075	0,70
	1,5763	0,0030	0,1148	0,1203	0,80
	2,9817	0,0054	0,0931	0,0927	0,90
	2,4454	0,0045	0,0465	0,0827	0,95
	0,9017	0,0021	0,1099	0,1127	0,987
3SLS	7,0734	0,0137	0,1011	0,0710	0,20
	2,3983	0,0045	0,0505	0,0390	0,40
	2,3107	0,0045	0,1148	0,1223	0,60
	2,6663	0,0052	0,1021	0,1059	0,70
	1,5776	0,0030	0,1129	0,1231	0,80
	2,7711	0,0051	0,0941	0,0941	0,90
	2,4785	0,0045	0,0526	0,0958	0,95
	0,8843	0,0017	0,1026	0,1080	0,987
LISE	8,0690	0,0156	0,1128	0,0746	0,20
	2,6822	0,0051	0,0423	0,0316	0,40
	2,1877	0,0043	0,1194	0,1190	0,60
	2,6406	0,0052	0,1080	0,1084	0,70
	1,5921	0,0031	0,1160	0,1215	0,80
	2,9438	0,0054	0,0941	0,0931	0,90
	2,5453	0,0047	0,0481	0,0855	0,95
	0,8992	0,0017	0,1113	0,1140	0,987

Tabelle A 24

MSE der Schätzwerte für $r_{3,4} = 0,987$

Schätzmethode	$c_{20}=20$	$b_{21}=0,3$	$c_{23}=0,4$	$c_{24}=0,2$	$r_{1,2}$
OLS	4,9855	0,0096	0,2333	0,1692	0,20
	2,6826	0,0050	0,1651	0,1168	0,40
	1,7224	0,0034	0,1956	0,1420	0,60
	2,5317	0,0051	0,1946	0,1401	0,70
	2,0087	0,0038	0,2876	0,2950	0,80
	1,8446	0,0035	0,2065	0,2165	0,90
	3,5277	0,0067	0,2818	0,1986	0,95
	3,5272	0,0068	0,2828	0,2000	0,987
2SLS	7,4490	0,0132	0,2832	0,2089	0,20
	2,4126	0,0046	0,1705	0,1200	0,40
	1,8174	0,0036	0,2087	0,1520	0,60
	2,4180	0,0048	0,2069	0,1508	0,70
	1,8336	0,0035	0,3012	0,3067	0,80
	1,6641	0,0032	0,2192	0,2293	0,90
	2,7091	0,0051	0,3076	0,2214	0,95
	2,7592	0,0052	0,3077	0,2186	0,987
3SLS	6,8909	0,0131	0,2676	0,1949	0,20
	2,4191	0,0046	0,2002	0,1429	0,40
	1,7839	0,0035	0,1944	0,1368	0,60
	2,5160	0,0048	0,2051	0,1447	0,70
	1,8259	0,0035	0,2841	0,2932	0,80
	1,6616	0,0032	0,2096	0,2246	0,90
	2,6788	0,0050	0,3143	0,2242	0,95
	2,8378	0,0050	0,3019	0,2121	0,987
LISE	6,9068	0,0152	0,3002	0,2205	0,20
	2,6619	0,0050	0,1728	0,1210	0,40
	1,8499	0,0039	0,2101	0,1531	0,60
	2,5934	0,0052	0,2122	0,1544	0,70
	1,8808	0,0036	0,3046	0,3107	0,80
	1,6926	0,0032	0,2209	0,2306	0,90
	2,8057	0,0054	0,3172	0,2283	0,95
	2,8865	0,0055	0,3185	0,2280	0,987

Tabelle A 25

Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten
der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,1$ und $r_{3,4} = 0,987$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	-0,5264	0,1656	0,7160	0,8872	0,00
	-0,5669	0,7219	0,7132	0,8927	0,02
	-0,8102	0,8875	0,8056	1,0888	0,20
	-2,1084	0,5857	0,3231	0,8779	0,20
	-2,4214	0,4822	0,2541	0,7642	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0226	-0,0320	-0,0318	-0,0393	0,00
	0,0244	-0,0320	-0,0318	-0,0395	0,02
	0,0353	-0,0389	-0,0353	-0,0477	0,20
	0,0920	-0,0259	-0,0230	-0,0386	0,80
	0,1058	-0,0212	-0,0111	-0,0335	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0978	-0,0621	-0,0649	-0,0841	0,00
	0,1032	-0,0620	-0,0637	-0,0846	0,02
	0,1175	-0,1036	-0,0689	-0,1274	0,20
	0,3040	-0,0416	0,0088	-0,0813	0,80
	0,3421	-0,0306	0,0257	-0,0688	0,95
$c_{24} = 0,2$	-0,0937	0,0407	0,0430	0,0590	0,00
	-0,0982	0,0404	0,0421	0,0594	0,02
	-0,0984	0,0885	0,0599	0,1087	0,20
	-0,2638	0,0262	-0,0040	0,0592	0,80
	-0,2938	0,0189	-0,0213	0,0493	0,95

Tabelle A 26

Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten
der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,40$ und $r_{3,4} = 0,80$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	-0,7076	0,0304	0,0284	0,1153	0,02
	-0,9671	0,1020	0,1173	0,2732	0,20
	-1,5495	0,0610	0,0626	0,3501	0,80
	-1,6831	0,0700	0,0687	0,3675	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0300	-0,0017	-0,0017	-0,0054	0,02
	0,0371	-0,0045	-0,0052	-0,0119	0,20
	0,0664	-0,0030	-0,0029	-0,0154	0,80
	0,0723	-0,0032	-0,0031	-0,0161	0,95
$c_{23} = 0,4$	-0,0230	-0,0094	-0,0097	-0,0077	0,02
	-0,0050	0,0126	0,0230	0,0229	0,20
	-0,0340	-0,0042	-0,0060	0,0011	0,80
	-0,0344	-0,0019	-0,0034	0,0036	0,95
$c_{24} = 0,2$	-0,0026	-0,0050	-0,0042	-0,0053	0,02
	-0,0037	-0,0064	-0,0146	-0,0125	0,20
	0,0007	-0,0050	0,0025	-0,0066	0,80
	0,0021	-0,0044	0,0047	-0,0060	0,95

Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten
der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,987$ und $r_{3,4} = 0,20$

					Σ
$c_{20} = 20$	-0,2776	0,2862	0,2787	0,3501	0,20
	-0,7471	0,2105	0,1516	0,3265	0,80
	-0,8820	0,1606	0,0689	0,2834	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0121	-0,0129	-0,0125	-0,0157	0,20
	0,0331	-0,0094	-0,0067	-0,0145	0,80
	0,0392	-0,0071	-0,0030	-0,0125	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0049	-0,0031	0,0005	-0,0040	0,20
	0,0162	0,0027	0,0086	0,0014	0,80
	0,0196	0,0051	0,0100	0,0036	0,95
$c_{24} = 0,2$	-0,0184	-0,0255	-0,0275	-0,0263	0,20
	-0,0107	-0,0229	-0,0176	-0,0245	0,80
	-0,0064	-0,0199	-0,0074	-0,0215	0,95

Tabelle A 27

Bias der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten
der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,95$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	-0,8250	-0,1432	-0,1440	0,6050	0,00
	-1,0047	-0,1323	-0,1275	-0,0772	0,20
	-1,5093	-0,0663	-0,0803	0,0932	0,80
	-1,5952	-0,0314	-0,0760	0,0 81	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0360	0,0063	0,0063	0,0042	0,02
	0,0437	0,0058	0,0055	0,0034	0,20
	0,0659	0,0031	0,0037	-0,0040	0,80
	0,0697	0,0014	0,0035	-0,0069	0,95
$c_{23} = 0,4$	-0,0047	-0,0270	-0,0261	0,0286	0,02
	0,0003	-0,0283	-0,0289	-0,0301	0,20
	0,0191	-0,0285	-0,0244	-0,0341	0,80
	0,0255	-0,0261	-0,0179	-0,0327	0,95
$c_{24} = 0,2$	-0,0168	0,0210	0,0197	0,0237	0,02
	-0,0254	0,0227	0,0239	0,0241	0,20
	-0,0542	0,0254	0,0245	0,0343	0,80
	-0,0619	0,0244	0,0184	0,0349	0,95

Tabelle A 28

Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianz-
werten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	4,5083	4,8513	4,8797	5,0731	0,00
	4,4962	4,8723	4,8894	5,1043	0,02
	4,3291	6,6614	6,2420	6,8280	0,20
	3,0024	5,7469	4,2984	5,1846	0,80
	2,3730	5,8747	4,0340	5,7751	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0088	0,0095	0,0096	0,0100	0,00
	0,0088	0,0096	0,0096	0,0100	0,02
	0,0084	0,0127	0,0119	0,0130	0,20
	0,0060	0,0112	0,0112	0,0113	0,80
	0,0047	0,0113	0,0078	0,0111	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,2097	0,2439	0,2652	0,2592	0,00
	0,2101	0,2461	0,2653	0,2619	0,02
	0,2195	0,2725	0,2629	0,2840	0,20
	0,1852	0,3118	0,1031	0,3295	0,80
	0,1693	0,3128	0,0422	0,3259	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,1464	0,1727	0,1850	0,1831	0,00
	0,1466	0,1744	0,1850	0,1851	0,02
	0,1595	0,2014	0,1933	0,2087	0,20
	0,1307	0,2275	0,0727	0,2396	0,80
	0,1208	0,2307	0,0278	0,2397	0,95

Tabelle A 29

Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,40$ und $r_{3,4} = 0,80$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	2,0347	2,5506	2,5621	2,6741	0,02
	1,8208	2,3448	2,3646	2,5558	0,20
	1,9220	2,7456	2,7090	2,8373	0,80
	1,8684	2,8167	2,7754	2,9644	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0040	0,0050	0,0050	0,0052	0,02
	0,0035	0,0044	0,0045	0,0048	0,20
	0,0037	0,0052	0,0051	0,0053	0,80
	0,0036	0,0053	0,0051	0,0053	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0207	0,0217	0,0205	0,0217	0,02
	0,0154	0,0164	0,0173	0,0329	0,20
	0,0136	0,0171	0,0101	0,0176	0,80
	0,0119	0,0158	0,0059	0,0164	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,0116	0,0121	0,0118	0,0121	0,02
	0,0116	0,0122	0,0139	0,0218	0,20
	0,0088	0,0105	0,0057	0,0109	0,80
	0,0077	0,0098	0,0026	0,0103	0,95

Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,987$ und $r_{3,4} = 0,20$

$c_{20} = 20$	1,1398	1,0485	1,0411	1,0642	0,20
	1,2641	1,2181	1,1277	1,2789	0,80
	1,2242	1,2372	1,1109	1,3179	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0024	0,0022	0,0022	0,0022	0,20
	0,0026	0,0025	0,0024	0,0026	0,80
	0,0025	0,0024	0,0023	0,0027	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0069	0,0073	0,0068	0,0073	0,20
	0,0067	0,0078	0,0062	0,0078	0,80
	0,0064	0,0076	0,0052	0,0077	0,95
$c_{23} = 0,2$	0,0080	0,0080	0,0076	0,0081	0,20
	0,0053	0,0059	0,0038	0,0060	0,80
	0,0044	0,0051	0,0018	0,0052	0,95

Tabelle A 30

Varianz der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,95$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	2,1678	2,2085	2,2368	2,2357	0,02
	2,2831	2,4279	2,4631	2,5394	0,20
	2,6465	3,4678	3,0850	3,7593	0,80
	2,7340	3,8255	3,2115	4,1466	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0040	0,0041	0,0042	0,0042	0,02
	0,0042	0,0045	0,0045	0,0047	0,20
	0,0049	0,0065	0,0058	0,0070	0,80
	0,0051	0,0072	0,0061	0,0078	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0415	0,0430	0,0512	0,0433	0,02
	0,0426	0,0457	0,0518	0,0473	0,20
	0,0408	0,0510	0,0306	0,0537	0,80
	0,0381	0,0505	0,0168	0,0534	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,0750	0,0773	0,0939	0,0779	0,02
	0,0773	0,0822	0,0953	0,0849	0,20
	0,0751	0,0924	0,0580	0,0966	0,80
	0,0707	0,0914	0,0323	0,0956	0,95

Tabelle A 31

MSE der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,20$ und $r_{3,4} = 0,987$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	4,7856	5,1255	5,3923	5,8602	0,00
	4,6837	5,3934	5,4138	5,9012	0,02
	4,9855	7,4490	6,8909	6,9068	0,20
	7,4477	5,7690	4,3088	6,5853	0,80
	8,2361	6,1072	4,6796	6,3591	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0094	0,0105	0,0106	0,0115	0,00
	0,0094	0,0106	0,0106	0,0116	0,02
	0,0096	0,0142	0,0131	0,0152	0,20
	0,0144	0,0118	0,0117	0,0128	0,80
	0,0158	0,0117	0,0079	0,0122	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,2193	0,2479	0,2694	0,2662	0,00
	0,2101	0,2461	0,2653	0,2619	0,02
	0,2333	0,2835	0,2676	0,3002	0,20
	0,2776	0,3135	0,1031	0,3351	0,80
	0,2863	0,3137	0,0428	0,3306	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,1537	0,1743	0,1865	0,1848	0,00
	0,1566	0,1760	0,1867	0,1868	0,02
	0,1692	0,2082	0,1949	0,2205	0,20
	0,2014	0,2282	0,0737	0,2413	0,80
	0,2071	0,2312	0,0282	0,2422	0,95

Tabelle A 32

MSE der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,40$ und $r_{3,4} = 0,80$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	2,8739	2,5596	2,5684	2,8070	0,02
	2,5726	2,3552	2,3783	2,6304	0,20
	4,3221	2,7493	2,7130	2,9598	0,80
	5,4203	2,8217	2,7810	3,0994	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0048	0,0050	0,0050	0,0052	0,02
	0,0049	0,0044	0,0045	0,0049	0,20
	0,0081	0,0052	0,0051	0,0055	0,80
	0,0088	0,0053	0,0051	0,0055	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0212	0,0218	0,0206	0,0217	0,02
	0,0154	0,0166	0,0178	0,0334	0,20
	0,0147	0,0171	0,0101	0,0176	0,80
	0,0131	0,0158	0,0059	0,0164	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,0116	0,0121	0,0118	0,0121	0,02
	0,0116	0,0123	0,0141	0,0219	0,20
	0,0088	0,0105	0,0057	0,0110	0,80
	0,0077	0,0098	0,0026	0,0103	0,95

MSE der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,987$ und $r_{3,4} = 0,20$

					Σ
$c_{20} = 20$	1,2168	1,1304	1,1187	1,1867	0,20
	1,8222	1,2624	1,1506	1,3855	0,80
	2,0021	1,2629	1,1156	1,3982	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0025	0,0023	0,0023	0,0024	0,20
	0,0037	0,0026	0,0024	0,0028	0,80
	0,0040	0,0025	0,0023	0,0029	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0069	0,0073	0,0068	0,0073	0,20
	0,0070	0,0078	0,0063	0,0078	0,80
	0,0068	0,0076	0,0053	0,0077	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,0084	0,0086	0,0083	0,0088	0,20
	0,0054	0,0064	0,0041	0,0066	0,80
	0,0044	0,0054	0,0019	0,0058	0,95

Tabelle A 33

MSE der Schätzwerte bei steigenden Kovarianzwerten der Σ -Matrix für $r_{1,2} = 0,95$ und $r_{3,4} = 0,95$

Parameter	OLS	2SLS	3SLS	LISE	Σ
$c_{20} = 20$	2,1740	2,4135	2,4741	2,6017	0,02
	3,2831	2,4454	2,4785	2,5453	0,20
	4,7444	3,5117	3,1494	3,7679	0,80
	5,2786	3,8352	3,2172	4,1229	0,95
$b_{21} = 0,3$	0,0053	0,0041	0,0042	0,0042	0,02
	0,0061	0,0045	0,0045	0,0047	0,20
	0,0092	0,0065	0,0058	0,0070	0,80
	0,0099	0,0072	0,0061	0,0078	0,95
$c_{23} = 0,4$	0,0415	0,0437	0,0518	0,0411	0,02
	0,0426	0,0457	0,0518	0,0473	0,20
	0,0412	0,0519	0,0312	0,0548	0,80
	0,0387	0,0512	0,0179	0,0544	0,95
$c_{24} = 0,2$	0,0754	0,0777	0,0943	0,0784	0,02
	0,0773	0,0822	0,0953	0,0849	0,20
	0,0780	0,0930	0,0586	0,0977	0,80
	0,0745	0,0970	0,0327	0,0968	0,95

Literaturverzeichnis

- Anderson, T.W. und Rubin, H. (1949): "Estimation of Parameters of a Single Equation in a Complete System of Stochastic Equations", Annals of Mathematical Statistics, vol. 20
- Basman, R.L. (1957): "A Generalized Classical Method of Linear Estimation of Coefficients in Structural Equation, Econometrica, 25
- Carter, R.A.L. und Nagar, A.L. (1972): "A measure of Correlation for Simultaneous Equation Systems", Unveröffentlichte Arbeit, European Meeting of the Econometric Society, Budapest
- Christ, C.F. (1966): "Economic models and Methods", John Wiley and Sons, New York
- Cragg, J.G. (1966): "On the Sensitivity of Simultaneous Equation Estimators to the Stochastic Assumptions", Journal of the American Statistical Association, vol. 61
- Goldberger, A.S. (1964): "Econometric Theory", John Wiley and Sons, New York
- Goldfield, S.M. und Quandt, R.E. (1972): "Nonlinear Methods in Econometrics", North-Holland Publishing Company, Amsterdam-London
- Hooper, J.W. (1959): "Simultaneous Equations and Canonical Correlation Theory", Econometrica, 27
- v. Klaudy, St. und Leserer, M. (1973): "Dreistufige Kleinste Quadrate - einige numerische Ergebnisse", Metrika, vol. 20
- v. Klaudy, St. (1973): "Systemschätzung eines makroökonomischen Modells für die BRD", Working Paper No. 16, Institut für Agrarökonomie der Universität Göttingen

- Klein, L.R. (1950) "Economic Fluctuations in the United States 1921-1941", Cowles Commission Monograph 11, John Wiley & Sons, N.Y.
- Klein, L.R. und Nakamura, M. (1960): "Singularity in the Equation System of Econometrics: Some Aspects of the Problem of Multicollinearity", International Economic Review, vol.3, Osaka
- Koopmans, T.C. und Hood, W.C. (1953): "The Estimation of Simultaneous Linear Economic Relationships, Studies in Econometric Methods", Chapter 6, Cowles Commission Monograph, 14, John Wiley and Sons, New York
- Madansky, A. (1964): "On the Efficiency of Three-Stage Least Squares Estimation, Econometrica, vol.32
- Mosbaek, E.J. und Wold, H.O. (1970): "Interdependent Systems, Structure and Estimation, North-Holland Publishing Company, Amsterdam-London
- Quandt, R.E. (1965): "On the Small Sample Properties of k-class Estimators", International Economic Review, vol.63
- Richardson, D.H. (1968): "The Exact Distribution of a Structural Coefficient Estimator", Journal of the American Statistical Association, vol.63
- Rothenberg, T.J. und Leenders, C.T. (1964): "Efficient Estimation of Simultaneous Systems", Econometrica, 32
- Seibt, H. (1968): "Schätzung und Prognose bei simultanen Gleichungsmodellen, Eine Monte Carlo-Untersuchung", Wirtschaftspolitische Studien, Heft 15
- Shreider, Yu.A. (1964): "Method and Statistical Testing (Monte Carlo Method)", Elsevier Publishing Company, Amsterdam
- Summers, R.A. (1965): "A Capital Intensive Approach to the Small Sample Properties of Various Equation Estimators, Econometrica, vol.32

- Takeuchi, K. (1970): "Exact Sampling Moments of the Ordinary Least Squares Instrumental Variables and Two-Stage Least Squares Estimators," International Economic Review, vol. 11
- Theil, H. (1971): "Principles of Econometrics", John Wiley and Sons, New York
- Theil, H. (1961): "Economic Forecasts and Policy", 2d ed., North-Holland Publishing Company, Amsterdam-London
- Zellner, A. und Theil, H. (1962): "Three-Stage Least Squares: Simultaneous Estimation of Simultaneous Equations", Econometrica, vol. 30

LEBENS LAUF

Am 31. Juli 1943 wurde ich, Jörg Hocke, als Sohn des Dolmetschers Martin Hocke und seiner Ehefrau Elisabeth Hocke, geb. Vetter, in Rom/Italien geboren.

Im Jahre 1943 übersiedelten meine Eltern und meine drei Geschwister nach Süddeutschland. Nach dem Besuch der Volksschule in Sentenhardt, verließ ich nach der 6. Klasse das Progymnasium in Stockach/Baden. Nach einem siebenmonatigen Besuch der Highschool in Sudbury/Kanada, und einem neunmonatigen Sprachaufenthalt in Genf, kehrte ich 1962 nach Kanada zurück. Im Jahre 1964 bestand ich die Reifeprüfung, d.h. das Certificat de Douzième Année Option Sciences-Mathématiques, der Provinz Québec. Nach einem Jahr praktischer Tätigkeit im Westen Kanadas, bereitete ich mich auf die Prüfung für deutsche Inhaber ausländischer Bildungsnachweise vor.

Im Sommersemester 1966 begann ich an der Ludwig-Maximilians-Universität München Volkswirtschaft zu studieren. Im Dezember 1970 bestand ich die Diplomprüfung für Volkswirte.

Seit April 1971 bin ich am Osteuropa-Institut München als wissenschaftlicher Mitarbeiter für den Fachbereich Ökonometrie beschäftigt.

